Band IV Heft I — 6 Januar 1914

Zeitschrift für Gärungsphysiologie

allgemeine, landwirtschaftliche und technische Mykologie

unter Mitwirkung von

V. Babes-Bukarest, **Chr. Barthel**-Stockholm, **A. Bau**-Bremen, **M. W. Beijerinck**-Delft, **W. Benecke**-Berlin, **Ph. Biourge**-Löwen, **A. J. Brown**-Birmingham, **M. Bücheler**-Weihenstephan, **R. Burri**-Liebefeld bei Bern, **A. Calmette**-Lille, **R. Chodat**-Genf, **A. Cluss**-Wien, **F. Czapek**-Prag, **M. Düggeli**-Zürich, **J. Effront**-Brüssel, **F. Ehrlich**-Breslau, **H. v. Euler**-Stockholm, **C. Gorini**-Mailand, **R. Graßberger**-Wien, **A. Harden**-London, **H. A. Harding**-New York, **F. C. Harrison**-Ste. Anne de Bellevue, Canada, **F. v. Höhnel**-Wien, **J. Chr. Holm**-Kopenhagen, **F. Hueppe**-Prag, **G. v. Istvánffi**-Budapest, **Orla Jensen**-Kopenhagen, **Alfred Jörgensen**-Kopenhagen, **V. v. Klecki**-Krakau, **M. Klimmer**-Dresden, **A. Koch**-Göttingen, **R. Kolkwitz**-Steglitz-Berlin, **F. Krasser**-Prag, **W. Kruse**-Bonn, **H. van Laer**-Gent, **F. Löhnis**-Leipzig, **Ch. E. Marshall**-East Lansing, Michigan, **R. Meißner**-Weinsberg, **W. Migula**-Eisenach, **H. Molisch**-Wien, **C. Neuberg**-Berlin, **W. Palladin**-Petersburg, **P. Petit**-Nancy, **P. Pichi**-Conegliano, **E. Prior**-Wien, **O. Richter**-Wien, **E. Roux**-Paris, **K. Saito**-Tokio, **A. Schattenfroh**-Wien, **W. Seifert**-Klosterneuburg, **J. Stoklasa**-Prag, Freiherr **v. Tubeuf**-München, **W. Winkler**-Wien, **J. Wortmann**-Geisenheim, **H. Zikes**-Wien

herausgegeben von

Professor Dr. Alexander Kossowicz-Wien

BERLIN
Verlag von Gebrüder Borntraeger
W 35 Schöneberger Ufer 12a
1914

Inhalt des 1. Heftes

Originale: Seite

1. Dr. Rothert. Über den Einfluß der Aussaatstärke auf das Resultat bei Bakterienzählungen mittels Plattenkulturen . . . . 1—10
2. Chr. Barthel. Die Einwirkung organischer Stoffe auf die Nitrifikation und Denitrifikation im Ackerboden . . . . 11—48

Bibliographie:

1. F. Löhnis. Literaturliste der im 2. Halbjahre 1912 erschienenen Arbeiten auf dem Gebiete der landwirtschaftlichen Bakteriologie 49—57
2. Josef Weese. Literaturliste der im 1. Halbjahre 1912 erschienenen Arbeiten über durch Pilze verursachte Pflanzenkrankheiten und Systematik der Pilze . . . . 57—69

Referate . . . . 70—80

Die „Zeitschrift für Gärungsphysiologie“ erscheint in zwanglosen Heften von je ca. 4 Bogen. Etwa 24 Druckbogen bilden einen Band zum Preise von 20 Mark. Jährlich gelangen 1½ bis 2 Bände zur Ausgabe.

Alle die **Redaktion** betreffenden Zuschriften und Sendungen (Manuskripte, Separatabdrücke, Rezensionsexemplare) sind an den Herausgeber **Professor Dr. Alexander Kossowicz, Wien II, Josef-Gall-Gasse 2,** zu richten, alle geschäftlichen Mitteilungen an die **Verlagsbuchhandlung Gebrüder Borntraeger in Berlin W 35, Schöneberger Ufer 12a.**

Die Mitarbeiter erhalten für Originalabhandlungen und Kleinere Mitteilungen ein Bogenhonorar von 40 M., für Referate 48 M., für Sammelreferate und Literaturlisten 60 M. — Den Originalarbeiten oder Kleineren Mitteilungen beigegebene Tabellen werden mit 20 M. pro Druckbogen honoriert.

Originalabhandlungen können auch in **englischer, französischer und italienischer Sprache** zur Veröffentlichung gelangen.

Bereits in anderen Zeitschriften in deutscher, französischer, englischer oder italienischer Sprache veröffentlichte Originalabhandlungen werden nicht aufgenommen. Die Herren Autoren werden höflichst gebeten, solche Arbeiten ebenso wie Abhandlungen, deren gleichzeitiges Erscheinen in anderen Zeitschriften in Aussicht genommen wurde, der Redaktion nicht einzuschicken. Autoreferate sind dagegen sehr erwünscht.

Zeitschrift für Gärungsphysiologie

allgemeine, landwirtschaftliche und technische Mykologie

unter Mitwirkung von

V. Babes-Bukarest, **Chr. Barthel**-Stockholm, **A. Bau**-Bremen, **M. W. Beijerinck**-Delft, **W. Benecke**-Berlin, **Ph. Biourge**-Löwen, **A. J. Brown**-Birmingham, **M. Bücheler**-Weihenstephan, **R. Burri**-Liebefeld bei Bern, **A. Calmette**-Lille, **R. Chodat**-Genf, **A. Cluss**-Wien, **F. Czapek**-Prag, **M. Düggeli**-Zürich, **J. Effront**-Brüssel, **F. Ehrlich**-Breslau, **H. v. Euler**-Stockholm, **C. Gorini**-Mailand, **R. Graßberger**-Wien, **A. Harden**-London, **H. A. Harding**-New York, **F. C. Harrison**-Ste. Anne de Bellevue, Canada, **F. v. Höhnel**-Wien, **J. Chr. Holm**-Kopenhagen, **F. Hueppe**-Prag, **G. v. Istvánffi**-Budapest, **Orla Jensen**-Kopenhagen, **Alfred Jörgensen**-Kopenhagen, **V. v. Klecki**-Krakau, **M. Klimmer**-Dresden, **A. Koch**-Göttingen, **R. Kolkwitz**-Steglitz-Berlin, **F. Krasser**-Prag, **W. Kruse**-Leipzig, **H. van Laer**-Gent, **F. Löhnis**-Washington D. C., **Ch. E. Marshall**-Amherst, Massachusetts, **R. Meißner**-Weinsberg, **W. Migula**-Eisenach, **H. Molisch**-Wien, **C. Neuberg**-Berlin, **W. Palladin**-Petersburg, **P. Petit**-Nancy, **P. Pichi**-Conegliano, **E. Prior**-Bozen-Gries, **O. Richter**-Wien, **E. Roux**-Paris, **K. Saito**-Dairen (Mandschurei), **A. Schattenfroh**-Wien, **W. Seifert**-Klosterneuburg, **J. Stoklasa**-Prag, Freiherr **v. Tubeuf**-München, **W. Winkler**-Wien, **J. Wortmann**-Geisenheim, **H. Zikes**-Wien

herausgegeben von

Professor Dr. Alexander Kossowicz-Wien

BAND IV

BERLIN

Verlag von Gebrüder Borntraeger

W 35 Schöneberger Ufer 12a

1914

Druck von E. Buchbinder (H. Duske) in Neuruppin.

Inhaltsverzeichnis.

Originalabhandlungen: Seite

Rothert, Über den Einfluß der Aussaatstärke auf das Resultat bei Bakterienzählungen mittels Plattenkulturen 1

Chr. Barthel, Die Einwirkung organischer Stoffe auf die Nitrifikation und Denitrifikation im Ackerboden 11

W. J. Baragiola und Ch. Godet, Die Vergärung des Traubensaftes unter Paraffinöl 81

J. Weese, Studien über Nectriaceen. 2. Mitteilung 90

J. Kloß, Über den Einfluß von Chloroform und Senföl auf die alkoholische Gärung von Traubensaft 185

F. Miller, Über den Einfluß des Kalkes auf Bodenbakterien 194

F. v. Höhnel, Beiträge zur Mykologie. VIII 207

J. Weese, Über die Gattung Malmeomyces Starb. 224

R. Wagner, Über Benzol-Bakterien 289

G. Kita, Zur Frage der Assimilierbarkeit der Maltose durch Hefen 321

W. Palladin und H. Millak, Über die Wirkung des elektrischen Stromes auf die Arbeit der Fermente der alkoholischen Gärung 323

A. Breslauer, Das Tyrosinase-Reagens als Mittel zur Feststellung des Grades der Eiweißzersetzung durch Bakterien 353

Kleine Mitteilungen:

A. v. Lebedew, Hefemazerationssaft oder Hefeextrakt? 236

Referate . . . . 70—80, 138—184, 238—288, 320, 343—352, 369—372

Literaturlisten . . . . 49—57, 57—69, 133—137

Register der Personennamen 373

Alphabetisches Sachregister 375

Über den Einfluß der Aussaatstärke auf das Resultat bei Bakterienzählungen mittels Plattenkulturen.

Von **Dr. Rothert.**

Aus dem landwirtschaftlich-bakteriologischen Institut der Universität Göttingen.

Bei Bakterienzählungen mit Hilfe von Plattenkulturen erhält man je nach der Arbeitsweise verschiedene Resultate. Die Wahl des Nährsubstrates, Zusätze von Soda usw. sind in dieser Richtung von größtem Einfluß. So fanden wir bei Milchuntersuchungen in Heyden-Agar (12 g Agar, 7,5 g Nährstoff Heyden auf 1000 ccm Wasser) etwa fünfmal soviel Kolonien wie bei Benutzung von Bouillongelatine.

Heyden-Agar	393	Kolonien	in 1 ccm Milch, welche 1 : 10 000 verdünnt war	= 3 930 000	Bakterien in 1 ccm unverdünnter Milch
Bouillongelatine	85	„		= 850 000	

Näheres über diesen Einfluß der Nährsubstrate findet sich bei Engberding[1]. Aber auch durch die Aussaatstärke bezw. den Grad der Verdünnung werden die Resultate der Zählversuche stark beeinflußt.

Es ist dies schon früher des Näheren durch mehrere Versuchsreihen von Ruata[2] festgestellt. Ruata fand bei seinen bakteriologischen Untersuchungen von Wässern immer um so mehr Keime, je weiter er die zu untersuchenden Wässer verdünnte, je weniger Kolonien also in den Petrischalen wuchsen. Die Unterschiede in bezug auf Bakterienzahl sind bei seinen Untersuchungen ganz enorm. So fand er z. B.

---

[1]) Engberding, Dissertation Göttingen. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., Bd. 23, S. 569.

[2]) Q. Ruata, Centralbl. f. Bakt., II. Abt., Bd. 11, S. 220.

bei einer Verdünnung von	verflüssigende Kleinwesen	nichtverflüssigende Kleinwesen
1 : 10	130	4 650
1 : 100	1 100	4 700
1 : 1000	1 000	8 000
1 : 10 000	10 000	20 000
1 : 100 000	200 000	3 800 000

Diese Differenzen in der Bakterienzahl bei verschiedenen Verdünnungen wurden, wenn auch nicht in so hohem Maße, auch verschiedentlieh in unserem Laboratorium bei Plattenkulturen von Milchbakterien beobachtet, was uns veranlaßte, die Ursachen dieser Erscheinung einmal näher zu untersuchen.

Als Material für diese Plattenkulturversuche wählten wir zunächst eine Reinkultur von Weinhefe (Oppenheimer Kreuz). Die Verdünnung des Materials wurde nach folgender, in unserem Institut eingeführten Methode vorgenommen: Es wurden mehrere Röhrchen mit je 9 ccm dest. Wasser sterilisiert, nachdem sie vorher mit einem möglichst dichten Wattepfropf versehen waren, um die Verdunstung der genau abgemessnen Wassermengen nach Möglichkeit zu unterdrücken. Darauf wurde mit einer sterilisierten Pipette 1 ccm aus dem Hefenmaterial genommen und in ein Röhrchen mit 9 ccm H_2O gebracht. Aus diesem Röhrchen wurde dann wieder 1 ccm genommen und in ein zweites Röhrchen mit 9 ccm H_2O gebracht. Aus diesem zweiten Röhrchen, also aus der 100fachen Verdünnung wurde dann wieder 1 ccm in ein drittes Röhrchen getan und so fort. Nachdem auf diese Weise die einzelnen Verdünnungen bequem und schnell hergestellt waren, wurden mit einer sterilisierten Pipette verschiedene Mengen aus den einzelnen Verdünnungen in Petrischalen gebracht und diese dann mit Mostgelatine versetzt. Das Ergebnis war folgendes.

In dem 1. Versuch der Tabelle I scheint bei einer Anzahl von 693 Kolonien pro Platte schon eine Beeinflussung der Keime, die sich in einer Verminderung der Zahl der auftretenden Kolonien zu erkennen gibt, in den Platten stattzufinden, die dann bei einer Anzahl von 960 Kolonien pro Platte noch stärker ist. In den folgenden Versuchen treten die Unterschiede immer deutlicher hervor. Je weniger Hefezellen pro Platte ausgesät werden, desto mehr Hefezellen pro Kubikzentimeter der zum Zählen verwendeten Hefereinkultur finden wir. Um also möglichst viel Keime auf den Platten zur Entwicklung zu bringen, müssen wir möglichst wenig Hefezellen auf eine Platte aussäen.

Durch die Methode der Verdünnung konnten diese Unterschiede nicht bedingt sein, da bei einer Verdünnung von 0,1 : 1000 dieselben Resultate erzielt wurden wie bei einer Verdünnung von 1 : 10 000, wie Versuch 8 in Tabelle I deutlich zeigt. Es ist vielmehr die gegenseitige Beeinflussung der Kolonien selbst, die eine normale Entwicklung der Keime auf der dichter besäten Platte verhindert. Je enger die Kolonien aneinanderliegen, um so mehr werden sie Nährstoffe verbrauchen und um so mehr Stoffwechselprodukte werden gebildet, die auf die Entwicklung der schwächeren und daher langsamer wachsenden Keime hemmend einwirken. Diese beiden Punkte, einmal die Wirkung der Nährstoffentziehung und dann die Wirkung der Stoffwechselprodukte behielten wir für unsere weiteren Untersuchungen im Auge und versuchten ihre Wirkungen getrennt voneinander zu beobachten, zu welchem Zwecke wir folgende Nährlösungen bereiteten:

1. Mostgelatine zur Kontrolle,
2. 10fach verdünnter Most mit Gelatine,
3. 20fach „ „ „ „
4. Mostgelatine mit 2,5 % Alkohol,
5. „ „ 5 % „
6. „ „ 7 % „

Die 5-, 10- und 20fach verdünnte Mostgelatine dienten dazu, den Einfluß des Nährstoffentzuges beobachten zu können und die Mostgelatine mit 2,5, 5 und 7 % Alkoholzusatz sollte die Wirkung der Stoffwechselprodukte zeigen. Der Alkohol wurde der Mostgelatine erst in der Petrischale zugesetzt, weil er ja sonst gleich beim Sterilisieren schon entwichen wäre.

Beim Zählen der Platten ergab sich, daß die 5-, 10- und 20fache Verdünnung des Mostes auf die Anzahl der Kolonien keinen Einfluß ausübte, nur waren die Kolonien in der verdünnten Mostgelatine natürlich viel kleiner. Auf den Platten mit dem Alkoholzusatz traten dagegen im Anfang überhaupt keine Kolonien auf. Nach und nach kamen sie hier dann aber auch, nachdem der größte Teil des Alkohols wohl verdunstet war. Nach 8 Tagen war dann die Anzahl der Kolonien bei Versuch 6 und 7 fast ebenso groß wie auf den anderen Platten (Tabelle I, Versuch 6 und 7). Merkliche Unterschiede waren also nach Verlauf von 8 Tagen nicht mehr zu konstatieren, da die zugesetzten Stoffwechselprodukte zum größten Teil flüchtig waren. Die Verdünnung des Nährsubstrates hatte auch keinen Einfluß auf die Anzahl der Kolonien gehabt. Bei weiteren Versuchen ergab sich sogar, daß auf reiner, mit Wasser statt mit Most angesetzter Gelatine ebensoviel Kolonien wuchsen

wie auf Mostgelatine. Die Hefe ist demnach in bezug auf Nährstoffe sehr anspruchslos (Tabelle I, Versuch 9).

Es sind also bei der Hefe lediglich andere Stoffwechselprodukte und nicht der Alkohol, die in den dichter besäten Platten auch nach längerer Beobachtungszeit eine normale Entwicklung der Keime nicht gestatten.

Um die Wirkung der Stoffwechselprodukte genauer verfolgen zu können und um gleichzeitig auch bei Bakterien den Einfluß der dichteren Aussaat durch die Nährstoffentziehung und die Stoffwechselprodukte beobachten zu können, zogen wir zu unseren weiteren Untersuchungen die Bakterienflora der Milch heran.

Die Milch, die wir zu unseren Versuchen verwendeten, stammte aus der Zentralmolkerei in Göttingen und hatte einen ziemlich konstanten Bakteriengehalt, der aber zunächst durch einige Vorversuche annähernd festgestellt werden mußte, um ungefähr die geeignete Anzahl von Kolonien in den Platten zu bekommen.

Als Nährmaterial für diese Kulturen wurde Heyden-Agar (12 g Agar, 7,5 g Heyden-Nährstoff auf 1000 ccm H_2O) mit 1 % Milchzucker genommen. Es trat hier bei den verschiedenen Verdünnungen dieselbe Erscheinung in der Entwicklung der Keime wie bei der Hefe zutage, wie die in der Tabelle II angegebenen Versuche zeigen.

In den ersten vier Versuchen der Tabelle II ist die Anzahl der in 1 ccm Milch gefundenen Bakterien durch die dichtere Lage der Kolonien in den Platten noch nicht herabgesetzt, bei einer Anzahl von 242 Kolonien pro Platte von ca. 10 cm Durchmesser fand eine gegenseitige hemmende Beeinflussung der Keime noch nicht statt. Bei den beiden folgenden Versuchen ergibt die Verdünnung von 0,5 : 1000 gegen die von 1 : 10 000 schon erheblich geringere Bakterienzahlen pro Kubikzentimeter der unverdünnten Milch. Diese Unterschiede treten bei den folgenden immer dichter besäten Platten immer stärker hervor, so daß bei den letzten, bei der Verdünnung von 1 : 10 000 mehr als zweimal soviel Bakterien gefunden wurden wie bei der Verdünnung von 1 : 1000.

Es hatte also hier auch eine starke Hemmung in der Entwicklung der Keime in den dichter besäten Platten durch die Nährstoffentziehung und die Einwirkung von Stoffwechselprodukten stattgefunden.

Da die Hefe auf die Nährstoffentziehung wenig empfindlich war, und das hauptsächlichste Stoffwechselprodukt, der Alkohol, anderer-

seits flüchtig war, eignet sich die Hefe wenig zur näheren Untersuchung der Beeinflussung des Kolonienwachstums durch Nährstoffentzug und Stoffwechselprodukte. Wir versuchten daher nun bei Milchbakterien die Bedeutung der genannten beiden Einflüsse getrennt festzustellen. Zu diesem Zwecke wurden folgende Nährlösungen hergestellt.

1. Gewöhnlicher Heyden-Agar,
2. 4fach verdünnter Heyden-Agar,
3. Heyden-Agar mit Milchserum von 0,66 % Milchsäure,
4. Heyden-Agar mit neutralisiertem Milchserum,
5. Heyden-Agar mit 0,66 % reiner Milchsäure,
6. Heyden-Agar mit 0,33 % reiner Milchsäure.

1. diente zur Kontrolle, 2. sollte den Einfluß des Nährstoffmangels feststellen, 3. bestand zur Hälfte aus doppelt konzentriertem Heyden-Agar und zur Hälfte aus Milchserum von 0,66 % Milchsäure, das aus bis zur Vollendung der Säuerung stehen gelassener Milch durch Abfiltrieren des Kaseins gewonnen war. Die Nährlösung enthielt also ebensoviel Heydennährstoff wie 1., nebenbei aber 0,33 % Milchsäure und die Hälfte der außerdem in der sauren Milch erzeugten Stoffwechselprodukte. 4. wurde in derselben Weise hergestellt, nur wurde das Milchserum vor der Verwendung mittels Lauge sorgfältig neutralisiert, so daß hier die Stoffwechselprodukte ohne freie Milchsäure zur Wirkung kamen. 5. und 6. sollten dazu dienen, den Einfluß reiner Milchsäure ohne die anderen Stoffwechselprodukte beobachten zu können.

Die Versuche ergaben, daß die Bakterien viel empfindlicher für Nährstoffmangel sind als die Hefe, denn die 4fache Verdünnung des Nährstoffs ließ kaum noch Keime zur Entwicklung kommen (Tabelle II, Versuch 12). Ebenso empfindlich waren die Keime aber auch für die einzelnen Stoffwechselprodukte, denn sowohl ein Säuregehalt von 0,33 % als auch die Hälfte der Stoffwechselprodukte ohne freie Säure hatten vollkommen genügt, um jegliches Wachstum von Bakterien zu verhindern (Tabelle II, Versuch 11 und 12). Es waren in den Kulturen mit den verschiedenen Stoffwechselprodukten nur in einigen ein paar Schimmelpilze gewachsen. Nährstoffmangel und Giftigkeit der Stoffwechselprodukte bedingen also beide eine Hemmung des Kolonienwachstums auf den Zählplatten.

Ein mit den Bakterien der Ackererde angestellter Versuch ergab in bezug auf Unterdrückung der Keime in den dichtbesäten Platten ähnliche Resultate wie die Milchkulturen.

Die Verdünnungsmethode bei dieser Versuchsreihe war folgende: Etwa 20 g Erde werden in 400 ccm ster. H_2O gebracht, davon dann noch dreimal je 25 ccm in andere Kolben mit je 400 ccm ster. H_2O übertragen. Es entspricht dann

1	ccm	aus	der	2. Verdünnung	3	mg	Erde
2	"	"	"	2. "	6	"	"
3	"	"	"	2. "	9	"	"
1	"	"	"	3. "	$^1/_{10}$	"	"
2	"	"	"	3. "	$^2/_{10}$	"	"
3	"	"	"	3. "	$^3/_{10}$	"	"
1	"	"	"	4. "	$^1/_{100}$	"	"
2	"	"	"	4. "	$^2/_{100}$	"	"
3	"	"	"	4. "	$^3/_{100}$	"	"

Wie aus der Tabelle III ersichtlich ist, trat hier ebenfalls wieder die Erscheinung zutage, daß in den dünn besäten Platten mehr Kolonien gewachsen waren als in den dicht besäten. Hier treten bei einer Anzahl von 300 Kolonien auf der Platte schon größere Unterschiede in der Bakterienzahl von 1 g Erde auf und diese werden immer größer, je dichter die Kolonien auf der Platte liegen. Auffallend war nun bei diesen Versuchen mit Bakterien, daß ein anderes Mal bei einer Anzahl von 321 Kolonien noch keine Verminderung der Kolonienzahl auf der Platte eintrat. Dies ist wohl darauf zurückzuführeu, daß zu verschiedenen Zeiten verschiedene Bakterienarten in der Erde vorherrschend sein werden, und daß diese verschiedenen Arten sich einmal ganz verschieden rasch vermehren und auch verschieden stark Nährstoffe verbrauchen und mehr oder weniger giftige Stoffwechselprodukte bilden, die wieder auf die Entwicklung anderer Formen von verschiedenem Einfluß sein werden. Die Hoffnung, die wir anfänglich hegten, daß sich allgemein eine obere Grenze für die Dichte der Kolonien finden ließe, welche bei Zählversuchen nicht überschritten werden dürfe, um einen möglichst hohen Prozentsatz der ausgesäten Keime zu Kolonien auswachsen zu lassen, hat sich nicht erfüllt. Denn diese Grenze liegt nach dem Vorhergesagten bei einem Material, das so verschiedene Bakterienarten enthält wie die Erde, nicht immer in derselben Höhe. Auch wird diese Grenze bei einem derartigen Material wohl niedriger liegen als bei einer Reinkultur, da hier immer nur die eigenen Stoffwechselprodukte hemmend einwirken können und die Bakterien gegen diese weniger empfindlicher sein dürften, als gegen die anderer Bakterienarten. Auch bei den Milchkulturen war diese Grenze, von der an eine gegenseitige Beeinflussung der Keime in

den Platten stattfand, nicht immer dieselbe. In Versuch 5, Tabelle II hatte bei einer Anzahl von 559 Kolonien schon eine bedeutende Hemmung der Kolonien stattgefunden, während bei Versuch 6, Tabelle II bei 670 Kolonien auf der Platte kaum ein merklicher Unterschied gegen die dünner besäte Platte wahrzunehmen war. Außer der Verschiedenheit der Stoffwechselprodukte kommt bei einem Material, das verschiedene Bakterienarten enthält, auch noch das verschieden rasche Wachstum der einzelnen Arten in Betracht. Es werden sich die schnell wachsenden Formen gleich derartig entwickeln, daß sie den langsam wachsenden einerseits die Nährstoffe entziehen, und sie andererseits auch noch durch ihre Stoffwechselprodukte im Wachstum stark hemmen oder sie gar abtöten. Diese Schlußfolgerung zogen wir aus Versuch 5, Tabelle III. Diese Kulturen wurden nach 2 Tagen gezählt und es traten da noch keine sehr großen Unterschiede bei verschieden stark besäten Platten hervor. Als dann die Kulturen nach 8 Tagen noch einmal gezählt wurden, ergab sich aber ein wesentlich anderes Resultat. Es zeigte sich, daß sich in der Zeit vom 2.—10. Tage nach der Aussaat noch um so mehr Keime entwickeln, je dünner die Platten besät waren. Die schwächste Konzentration, die von 0,1 ccm, hatte noch etwa um das $3^1/_2$fache an Kolonienzahl zugenommen, während bei der stärksten Konzentration überhaupt keine mehr gewachsen waren. Demnach mußte sich das ganze Bild der Entwicklung bei einer Reinkultur viel gleichmäßiger gestalten. Es lag deshalb auf der Hand, nun auch einmal einen Versuch nach dieser Richtung vorzunehmen. Hierzu verwendeten wir eine Reinkultur des gewöhnlichen Milchsäurebazillus aus saurer Milch. Wie Versuch 13, Tabelle II zeigt, war bei dieser Reinkultur auch eine Verminderung in den dichter besäten Platten vorhanden, aber lange nicht in dem Maße wie bei der Mischkultur (Versuch 8, Tabelle II). Dort war die Anzahl der Kolonien bei 987 Kolonien schon in demselben Verhältnis heruntergedrückt wie bei der Reinkultur bei einer Anzahl von 2112 Kolonien.

Die Versuche wurden in der Weise angestellt, daß von jeder Verdünnung 6 Platten gegossen wurden, um eine genauere Durchschnittszahl zu erhalten. Diese Anzahl von Platten war früher von Engberding in unserem Laboratorium für notwendig befunden worden. Bei sorgfältiger Ausführung traten aber niemals größere Unterschiede in den einzelnen Platten auf. Es war nur unbedingt notwendig, die Pipette vor jeder weiteren Verdünnung zu sterilisieren, um die Reste der vorigen Verdünnung aus der Pipette zu entfernen. Die Hefekulturen ließen wir bei Zimmertemperatur stehen, da die Gelatine im Brutzimmer

flüssig geworden wäre. Nach 8 Tagen wurde dann mittels einer starken Lupe die Anzahl der Kolonien ermittelt. Die Bakterien-Kulturen wurden in das Brutzimmer gestellt und nach 10 Tagen gezählt. Nach dieser Zeit kamen nur in seltenen Fällen noch Keime zur Entwicklung. Alle diese Versuche waren aber insofern mit großen Schwierigkeiten verbunden, als man nie wußte, wie viele Keime gerade in dem Moment, wo die Platten gegossen werden sollten, in dem betreffenden Material, z. B. der Milch, vorhanden waren. Denn es handelte sich ja nicht darum, nur die Anzahl der Keime festzustellen, sondern eine bestimmte Zahl, etwa 600 oder 800 Keime, in die Platten zu bringen. Durch diesen Umstand war man oft genötigt, den Versuch zwei- oder dreimal zu wiederholen.

Tabelle I (Hefe).

Verdünnung	Kolonien	Hefezellen pro 1 ccm
1. Versuch.		
0,5 : 100 000	189	37 800 000
0,1 : 10 000	390	39 000 000
0,2 : 10 000	693	34 650 000
0,3 : 10 000	960	32 000 000
2. Versuch.		
0,3 : 10 000	1113	37 100 000
0,2 : 10 000	829	41 450 000
0,1 : 10 000	452	45 200 000
3. Versuch.		
0,5 : 1000	1555	3 110 000
0,1 : 1000	445	4 450 000
4. Versuch.		
0,8 : 10 000	2944	36 800 000
0,5 : 10 000	2181	43 620 000
0,1 : 10 000	646	64 600 000
5. Versuch.		
1 : 1000	5622	5 622 000
0,5 : 1000	3390	6 780 000
0,1 : 1000	810	8 100 000

Verdünnung	Kolonien	Hefezellen pro 1 ccm
6. Versuch.		
Mostgelatine (Kontrolle)	2127	21 270 000
10fach verdünnte Mostgelatine	2010	20 100 000
5fach verdünnte Mostgelatine	2184	21 840 000
2,5 % Alkohol	1694	16 980 000
5 % Alkohol	1407	14 070 000
7. Versuch.		
Mostgelatine	3916	39 160 000
10fach verdünnte Mostgelatine	3380	33 800 000
20fach verdünnte Mostgelatine	3380	33 800 000
Mostgelatine mit 5 % Alkohol	3120	31 200 000
Mostgelatine mit 7 % Alkohol	3300	33 000 000
8. Versuch.		
0,1 : 1 000	608	6 080 000
1 : 10 000	579	5 790 000
9. Versuch.		
Mostgelatine 1 : 10 000 .	1050	10 500 000
Gelatine mit Wasser 1 : 10 000	940	9 400 000

Tabelle II.
(Milchkulturen in Heyden-Agar.)

Verdünnung	Kolonien auf der Platte	Bakterienzahl pro 1 ccm Milch
1. Versuch.		
1 : 10 000	12	120 000
0,1 : 1 000	15	150 000
0,3 : 1 000	37	123 000
0,5 : 1 000	63	126 000
2. Versuch.		
0,1 : 1000	43	430 000
0,5 : 1000	196	392 000
3. Versuch.		
0,1 : 1000	47	470 000
0,2 : 1000	90	450 000
0,5 : 1000	214	428 000
4. Versuch.		
0,1 : 1000	44	440 000
0,5 : 1000	242	484 000
5. Versuch.		
1 : 10 000	160	1 600 000
0,5 : 1 000	559	1 118 000
6. Versuch.		
1 : 10 000	154	1 540 000
0,5 : 1 000	670	1 340 000
7. Versuch.		
1 : 10 000	274	2 740 000
0,5 : 1 000	776	1 552 000
8. Versuch.		
1 : 10 000	352	3 520 000
0,1 : 1 000	307	3 070 000
0,5 : 1 000	987	1 974 000
9. Versuch.		
1 : 10 000	1183	11 830 000
0,5 : 1 000	2764	5 528 000
10. Versuch.		
0,1 : 1000	1340	13 400 000
0,5 : 1000	3346	6 692 000
1 : 1000	5918	5 918 000
11. Versuch.		
Heyden-Agar mit 0,66 % reiner Milchsäure [1]) .	1	10 000
Heyden-Agar mit 0,33 % Milchsäure	16	160 000
Heyden-Agar mit Milchserum von 0,66 % Säure [1])	1	10 000
Heyden-Agar mit neutr. Milchserum [1]) . . .	1	10 000
Heyden-Agar (Kontrolle)	1041	10 410 000
12. Versuch.		
Heyden-Agar	63	630 000
4fach verdünnter Heyden-Agar	7	70 000
50 Teile Heyden-Agar und 50 Teile Milchserum von 0,66 % Säuregehalt	0	0
Heyden-Agar mit 0,33 % Milchsäure	0	0
50 Teile Heyden-Agar und 50 Teile neutralisiertes Serum . . .	0	0
13. Versuch. Reinkultur des gewöhnlichen Milchsäurebazillus.		
1 : 100 000	354	35 400 000
1 : 10 000	2112	21 120 000

[1]) Es waren nur Schimmelpilze gewachsen.

Tabelle III.
(Bakterien in der Ackererde).

	Kolonien auf der Platte	Bakterienzahl in 1 g Erde	
1. Versuch. 4. Verdünnung.			
1 ccm	66	6 600 000	
2 ccm	116	5 800 000	
2. Versuch. 3. Verdünnung.			
1 ccm	174	1 740 000	
2 ccm	321	1 600 000	
3. Versuch. 3. Verdünnung.			
0,1 ccm	99	9 900 000	
0,5 ccm	309	6 180 000	
1 ccm	531	5 310 000	
4. Versuch. 2. Verdünnung.			
1 ccm	2280	760 000	
2 ccm	2773	462 000	
3 ccm	2810	312 000	
5. Versuch. 3. Verdünnung.			
0,1 ccm	84	8 400 000	nach 2 Tagen
0,5 ccm	438	8 760 000	nach 2 Tagen
1 ccm	798	7 980 000	nach 2 Tagen
1,5 ccm	924	6 160 000	nach 2 Tagen
2 ccm	1316	6 580 000	nach 2 Tagen
0,1 ccm	281	28 100 000	nach 10 Tagen
0,5 ccm	736	14 720 000	nach 10 Tagen
1 ccm	960	9 600 000	nach 10 Tagen
1,5 ccm	1133	7 550 000	nach 10 Tagen
2 ccm	1339	6 690 000	nach 10 Tagen

Die Einwirkung organischer Stoffe auf die Nitrifikation und Denitrifikation im Ackerboden.

Von **Chr. Barthel.**

Mitteilung aus dem bakteriologischen Laboratorium der Zentralanstalt für landwirtschaftliches Versuchswesen auf Experimentalfältet bei Stockholm.

In meiner Arbeit über die bodenbakteriologische Methodik[1]) habe ich mich eingehend mit der sog. Remyschen Methode beschäftigt und auch verschiedene Modifikationen derselben vorgeschlagen. Die entschiedene Antwort auf die Frage, ob diese Methode wirklich ein vollauf verwendbares Werkzeug in der Hand des Forschers ist, ließ sich jedoch erst nach längerer Erprobung derselben in der Praxis erlangen. Zahlreiche Versuche dieser Art, welche mehrere Hunderte von Analysen umfaßten, wurden denn auch in den Jahren 1909—1910 ausgeführt, hauptsächlich zu dem Zweck, die bakterielle Umwandlungsintensität in verschiedenen Richtungen bei verschiedenen Böden und bei einem und demselben Boden während verschiedener Jahreszeiten zu studieren, aber die Resultate aller dieser Untersuchungen waren so unbestimmt und undeutlich, daß ich zu der klaren Einsicht gelangt bin, daß diese ganze Methodik, welche sich sozusagen auf der Messung der Umsetzungsintensität der Bakterien in zu dem Zweck besonders abgepaßten Lösungen gründet, in ihrer jetzigen Form unzulänglich ist.

Diese Ansicht wird gegenwärtig von den meisten auf diesem Gebiete beschäftigten Forschern, wie deutlich zu ersehen ist, geteilt, und man ist daher in der neuesten Zeit dazu übergegangen, die Umwandlungsprozesse im Boden selbst zu verfolgen, indem man ganz einfach den Boden in geeigneten Behältern unter Aufrechterhaltung eines konstanten Feuchtigkeitsgrades aufbewahrt und nach kürzeren oder längeren Zwischenzeiten Proben zur chemischen Analyse entnimmt. Man geht

[1]) Barthel, Bodenbakt. Untersuchungen, Centralbl. f. Bakt., II. Abt., Bd. 25, 1909, S. 108.

hierbei von dem Gedanken aus, daß die natürlichen Verhältnisse auf diese Weise ziemlich nahekommend nachgeahmt werden; daher kann man so ein ungefähres Bild davon bekommen, wie die verschiedenen im Boden vor sich gehenden Prozesse, wie Nitrifikation, Denitrifikation, Ammonisation, Stickstoffbindung usw., fortschreiten. In jedem einzelnen dieser Fälle mißt man natürlich nur eine Gesamtwirkung und nicht den individuellen Wirkungsfaktor bei irgend einer bestimmten Art oder Gruppe von Mikroorganismen, aber die erstgenannte Wirkung ist selbstverständlich diejenige, die die größte praktische Bedeutung hat. In dieser Richtung, welche ja mehr als eine allgemein bodenbiologische, als im eigentlichen Sinne bakteriologische Forschung zu betrachten ist, wird gegenwärtig am meisten gearbeitet, wenn auch außerdem manche speziellere Arbeiten in betreff der Verhältnisse einzelner Bodenbakterien in verschiedenerlei Hinsicht veröffentlicht werden. Diese letzteren Untersuchungen sind natürlich auch nicht weniger bedeutungsvoll. Gerade durch sie wird erst der feste wissenschaftliche Grund zu fortgesetzten Forschungen auf diesem Gebiet gelegt. Man muß indessen sehr vorsichtig sein, wenn es gilt, Resultate, die mit Reinkulturen in sterilisiertem Boden erlangt worden sind, auf praktische Verhältnisse anzuwenden, da es sich gezeigt hat, daß hier die Resultate oft zu ganz anderen werden.

Die Frage nach dem Einfluß verschiedener organischer Stoffe auf Nitrifikation und Denitrifikation im Ackerboden ist in der letzten Zeit oft lebhaft erörtert worden und ist der Gegenstand vieler Untersuchungen gewesen, ohne daß sie im entferntesten als gelöst angesehen werden kann, und wenn ich sie in Behandlung genommen habe, so mache ich auch keinen anderen Anspruch als den, möglicherweise einige neue Wahrnehmungen gemacht zu haben, die von einer gewissen Bedeutung zur Gewinnung einer weitergehenden Einsicht in diese für die Umsetzung des Stickstoffs im Ackerboden so äußerst wichtigen Prozesse sein können.

Im ersten Dezennium des jetzigen Jahrhunderts begann man, diejenige Auffassung des Nitrifikationsprozesses, zu der durch Winogradskis epochemachenden Untersuchungen um das Jahr 1890 der Grund gelegt war, immer mehr zu modifizieren. Dies ist nicht so zu verstehen, als ob an sich der von Winogradski klargelegte Verlauf bei der Oxydation des Ammoniakstickstoffs zu Salpetersäure, mit Bildung von salpetriger Säure als Zwischenstadium, als unrichtig befunden worden wäre, denn diese Theorie steht auch heute noch unerschüttert da und ist nur im Verlaufe der Zeit noch weiter bestätigt worden, sondern es hat die Verallgemeinerung der von Winogradski erlangten Resultate inbetreff der

äußeren Bedingungen zur Salpeterbildung im Ackerboden in der letzten Zeit starken Widerspruch erfahren.

Winogradski fand ja bei seinen in Lösungen vorgenommenen Versuchen, welche zum Teil gemeinsam mit Omelianski[1]) ausgeführt wurden, daß die Gegenwart selbst äußerst geringer Mengen organischer Stoffe schädlich auf die Salpeterbakterien einwirkte. Hieraus zog man alsdann den Schluß, daß auch draußen in der Natur organische Stoffe schädlich auf den Nitrifikationsverlauf einwirken müßten, welcher also erst dann in Gang käme, nachdem die organischen Stoffe vollständig mineralisiert wären. Dies brachte denn zugleich die Ansicht zur Geltung, daß die Denitrifikation, welche ja absolut die Gegenwart organischer Substanz erfordert, nicht parallel mit der Nitrifikation vor sich gehen könnte.

Allerdings muß man bei Reinzüchtung von Nitrifikationsbakterien, besonders von Nitritbakterien, sorgsam die Gegenwart organischer Stoffe vermeiden, aber andererseits haben Müntz und Lainé[2]) u. a. gezeigt, daß die Nitrifikation auch in solchen Böden sehr gut vor sich geht, die recht große Mengen organischer Stoffe enthalten. Ja, Wimmer[3]) und hernach v. Bazarewski[4]) fanden sogar, daß organische Stoffe direkt günstig auf die Salpeterbildung einwirken können. So konstatierte v. Bazarewski, daß ein Zusatz von Dextrose bis zu 1 % in Lehmboden und in Sandkulturen mit Reinzuchten von Nitrifikationsbakterien sehr günstig auf die Umwandlung von Ammoniumsulfat zu Salpetersäure wirkte. Bei Zusatz von 1 % Dextrose und darüber entstand eine Hemmung der Salpeterbildung, welche der zugesetzten Zuckermenge entsprach. Die Nitrobakterien sterben hierbei jedoch nicht ab, sondern beginnen nach einiger Zeit wieder ihre Oxydationsarbeit. Auf Grund dieser Verhältnisse ist v. Bazarewski der Ansicht, daß die im Boden nur spärlich vorkommenden organischen Stoffe nicht imstande sind, irgend eine hemmende Einwirkung auf die Nitrifikation auszuüben, sondern daß sie im Gegenteil günstig einwirken. Nitrifikation und Denitrifikation können daher Hand in Hand gehen, wie auch Löhnis[5]) schon früher angegeben hat.

---

[1]) Winogradski und Omelianski, Centralbl. f. Bakt., II. Abt., Bd. 5, 1899, S. 338.

[2]) Müntz und Lainé, Compt. rend. de l'Acad. des Sciences, T. 142, 1906, p. 430; Annales de l'Inst. Nat. Agronomique, Sér. 2, T. 6, 1907, p. 27.

[3]) Wimmer, Zeitschr. für Hyg., Bd. 48, 1904, S. 160.

[4]) v. Bazarewski, Beiträge zur Kenntnis der Nitrifikation und Denitrifikation im Boden, Diss. Göttingen 1906.

[5]) Löhnis, Centralbl. f. Bakt., II. Abt., Bd. 13, 1904, S. 706.

Coleman[1]) fand in Übereinstimmung mit v. Bazarewski, daß ein Zusatz von geringeren Mengen Dextrose (bis zu 0,5 %) in nicht sterilisiertem Boden die Nitrifikation beträchtlich beschleunigt. Diese günstige Einwirkung der Dextrose war, wie Coleman wahrnahm, am kräftigsten während der zweiten und dritten Woche nach dem Zusatz. Hernach nahm diese Wirkung ab und konnte sich sogar in eine entgegengesetzte verwandeln, was, nach Coleman, auf einer durch die Gegenwart der organischen Stoffe hervorgerufenen Denitrifikation beruht. Rohrzucker, Glyzerin und Milchzucker in schwacher Konzentration schienen sogar eine einigermaßen günstige Einwirkung auf die Salpeterbildung auszuüben. Kalziumbutyrat hatte keine Einwirkung, hingegen Kalziumazetat eine deutlich hemmende. Pepton und Harnstoff wirkten auch in geringer Konzentration (0,5 und 0,75 %) stark hemmend. Zu hoher Feuchtigkeitsgehalt im Boden verwandelte den günstigen Einfluß der Dextrose in einen entgegengesetzten, was natürlich darauf beruhte, daß in diesem Fall die Denitrifikationsbakterien auf Kosten der luftliebenden Salpeterbakterien begünstigt werden. Auch Koch und Pettit[2]) haben durch direkte Versuche nachgewiesen, daß ein zu großer Wassergehalt des Bodens günstig auf die Denitrifikation wirkt, indem derselbe die für die Oxydationsarbeit der Nitrifikationsbakterien notwendige Luft fernhält. Im übrigen fanden diese Forscher bei ihren Denitrifikationsversuchen, daß bei Zusatz mäßiger Mengen von Nitrat und Dextrose bei einem nicht zu hohen Wassergehalt des Bodens das Nitrat nur in andere, im Boden zurückbleibende Stickstoffverbindungen übergeht. Freier Stickstoff in Gasform entwich nicht; es handelte sich also in diesem Fall nicht um eine wirkliche Denitrifikation.

Für den günstigen Einfluß geringerer Mengen organischer Stoffe sprechen auch die von Karpinski und Niklewski[3]) ausgeführten Versuche. Besonders scheinen alle die Forscher, die die Sache näher untersucht haben, darin einig zu sein, daß Humus in hohem Grade günstig auf die Salpeterbildung wirkt[4]). Dieses Verhältnis dürfte indessen weniger seine Ursache in der Wirkung von Humus als organischer

---

[1]) Coleman, Centralbl. f. Bakt., II. Abt., Bd. 20, 1908, S. 401.

[2]) Koch und Pettit, Centralbl. f. Bakt., II. Abt., Bd. 26, 1910, S. 335.

[3]) Karpinski und Niklewski, Bull. Acad. Cracovie, Cl. des sciences math. et nat., 1907, p. 596.

[4]) Siehe z. B. Müller und Weis, Studier over skog- og hedejord. II. Om salpetersyrens forekomst og dannelse i muld og mor. Det forstlige Forsøgsvæsen, II, 1908, p. 257. (Studien über Wald- und Heideboden. II. Über das Vorkommen und die Bildung von Salpetersäure in Humus- und Moorboden. Das forstwirtschaftliche Versuchswesen, II, 1908, S. 257.)

Substanz, als vielmehr in der katalytischen Einwirkung desselben auf bakteriologische Prozesse im Boden im allgemeinen haben. So ist ja bekannt, daß das stickstoffbindende Vermögen des Azotobacters in Gegenwart von Humusstoffen wesentlich gesteigert wird[1]).

Mit Sicherheit geht aus diesen Forschungen der letzten Zeit hervor, daß der hemmende Einfluß der organischen Stoffe auf die Nitrifikation einen ganz anderen Ausdruck in Lösungen als im Boden annimmt. Die allgemeine Auffassung scheint also nunmehr nach der Richtung zu gehen, daß der Einfluß der organischen Stoffe auf die Nitrifikation, weit davon entfernt, schädlich zu sein, vielmehr in den meisten Fällen günstig ist, soweit es sich nicht um allzu große Mengen organischer Substanz handelt.

Einige in der neueren Zeit hinzugekommene Arbeiten auf diesem Gebiete, nämlich diejenigen von Stevens und Withers[2]) und von Lemmermann, H. Fischer und Heinitz[3]), sollen bei der Zusammenfassung des Berichts über unsere eigenen Versuche auf diesem Gebiete berührt werden, zu deren Darlegung ich jetzt übergehe.

Eigene Versuche.

Der Boden, der bei allen unseren Versuchen zur Anwendung gekommen ist, war ein humusreicher Schwemmlehm (alter Seeboden) von Experimentalfältet. Der Boden befand sich in hoher Kultur, und, was von besonderer Bedeutung für unsere Versuche war, er zeigte ein kräftiges Nitrifikationsvermögen. Nach den bei der agrikulturchemischen Abteilung der Zentralanstalt ausgeführten Analysen war die chemische Zusammensetzung folgende (lufttrockene Proben):

Wasser	7,31 %
Glühverlust (außer H_2O)	7,78 „
Kalk (CaO)	0,72 „
Assimilierbarer Kalk	0,37 „
Aluminium- und Eisenoxyd ($Al_2O_3 + Fe_2O_3$)	6,02 „
Kali (K_2O)	0,23 „
Phosphorsäure (P_2O_5)	0,20 „
Stickstoff (N)	0,23 „
Kohlensäure (CO_2)	0,04 „

Es zeigte sich, daß dieser Boden, welcher neutral reagierte, auch eine kräftige Azotobactervegetation in Beijerincks Mannitlösung ergab,

---

1) Krzemieniewski, Bull. Acad. Cracovie, Cl. des sciences math. et nat. 1908, p. 976.

2) Stevens und Withers, Centralbl. f. Bakt., II. Abt., Bd. 27, 1910, S. 169.

3) H. Fischer, Landw. Jahrbücher, Bd. 41, 1911, S. 755.

was ja auch auf seine gute Beschaffenheit vom biologischen Gesichtspunkte aus hindeutet.

Da, wie zahlreiche Forscher nachgewiesen haben, ein Feuchtigkeitsgehalt von 16—20 % im Boden für die Nitrifikation der geeignetste ist, so hielt ich mich bei meinen Versuchen, soweit es möglich war, innerhalb dieser Grenzen, und im allgemeinen bewegte sich der Wassergehalt des Bodens bei den hernach beschriebenen Versuchen zwischen 18 und 20 %.

Der Boden wurde stets an einer und derselben Stelle im Acker, bis zu einer Tiefe von ungefähr 3 dm, entnommen. Zuweilen, wenn der Boden schwer zu behandeln und zu vermischen war, wurde etwas reiner Sand zugesetzt.

Der Boden wurde beim ersten Versuch gesiebt und mit $^1/_4$ Sand vermischt und auf fünf Partien von 5 kg verteilt, welche in Glasgefäße gebracht wurden, nachdem dieselben folgende, sorgsam eingemischte Zusätze erhalten hatten:

Nitrifikationsserie: Gefäß I: 2 g $(NH_4)_2SO_4$ pro kg Boden; Gefäß II: 2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 10 g Stroh pro kg Boden; Gefäß III: 2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 10 g Stroh + 10 g Pepton Witte pro kg Boden.

Denitrifikationsserie: Gefäß IV: 0,3 g KNO_3 (= 40 mg Salpeterstickstoff) pro kg Boden; Gefäß V: 0,3 g KNO_3 + 10 g Stroh pro kg Boden; Gefäß VI: 0,3 g KNO_3 + 10 g Stroh + 10 g Pepton Witte pro kg Boden.

Nachdem der Boden in den Flaschen etwas festgepackt worden war, indem man jedes beschickte Gefäß eine bestimmte Anzahl Male gegen den Fußboden aufstieß, wurden die Gefäße mit Korkstöpseln verschlossen, in deren Mitte sich eine kurze Glasröhre mit Watte befand. Die Verdunstung war auf diese Weise, praktisch genommen, auf 0 reduziert und zwar auch nach einer Aufbewahrung von mehreren Monaten, während gleichzeitig die Luft einen ziemlich unbehinderten Zutritt zu der Oberflächenschicht des Bodens hatte. Das Stroh war vor der Einmischung auf einer Handmühle gut zermahlen worden. Als leicht zersetzbare organische Stickstoffquelle wurde Pepton gewählt, weil dieser Stoff den Eiweißstoffen sehr nahe steht. Hierbei ging ich von dem Gedanken aus, daß die spezifische Wirkung der organischen, stickstoffhaltigen Stoffe bei Anwendung reiner Eiweißstoffe oder diesen nahestehender Stoffe im vorliegenden Fall am schnellsten und deutlichsten zum Ausdruck kommen muß.

Die Gefäße mit den verschiedenen Zusätzen wurden nun in einem zum Laboratorium gehörigen Raume aufgestellt, in welchem sich die

Temperatur im Durchschnitt zwischen 15 und 18° hielt. Von Zeit zu Zeit wurden Proben des Bodens in den verschiedenen Gefäßen zur Analyse entnommen, wobei die Probeentnahme in der Weise geschah, daß eine Messingröhre von 2 cm Durchmesser durch die ganze Bodenschicht bis auf den Grund hindurchgestoßen wurde, worauf man den in der Messingröhre festsitzenden Bodenzylinder mittels eines in die Röhre eingeführten Stabes hinaustrieb. Solche Bodenzylinder wurden mehrere an verschiedenen Stellen aus der Flasche entnommen, worauf die hierdurch entstandenen Löcher unmittelbar wieder gefüllt wurden, um eine zu starke Durchlüftung des Bodens zu verhindern.

Die Bodenproben wurden sodann auf Wassergehalt, Salpeterstickstoff, sowie in gewissen Fällen auch auf Pentosane untersucht. Daneben wurde die Reaktion auf Pepton (Biuretreaktion) vorgenommen.

Der Salpeterstickstoff wurde mittels der von Reitmair für Bodenuntersuchungen vorgeschlagenen, von Grandval und Lajoux zuerst bei Wasseranalysen angewandten, kolorimetrischen Methode bestimmt, welche auf folgendem Prinzip beruht: Bei Behandlung von Nitraten mit Phenolschwefelsäure im Überschuß bildet sich Pikrinsäure, welche bei Zusatz von Wasser und Ammoniak ein sehr stark gelb gefärbtes Ammoniumsalz gibt. Nitrite geben diese Reaktion nicht. Man vergleicht nun ein auf die oben genannte Weise behandeltes Bodenextrakt mit einer empirisch festgestellten Skala. Bei meinen Untersuchungen benutzte ich in Übereinstimmung mit Söderbaum ein Gallenkampsches Kolorimeter. Die näheren Einzelheiten dieser Methode finden sich übrigens in meiner oben angeführten Arbeit angegeben. Der Wassergehalt des Bodens wurde stets zugleich mit dem Gehalt an Salpeterstickstoff bestimmt, und dieser letztere ist im folgenden überall in Milligramm pro Kilogramm wasserfreien Bodens berechnet. Der Pentosangehalt wurde nach der gewöhnlichen, von Tollens und Krüger ausgearbeiteten Methode durch Destillation mit Salzsäure von dem spezifischen Gewicht 1,06 und Fällung mit Phlorogluzin bestimmt.

Die Resultate der Versuchsserie gehen aus Tabelle I hervor.

Die Peptonreaktion war in den Gefäßen mit Peptonzusatz nach 8 Tagen negativ.

Betrachten wir zunächst die Nitrifikationsserie, so finden wir, daß der Gehalt an Salpeterstickstoff in dem Boden mit $(NH_4)_2SO_4$ während des Verlaufs von 2 Monaten schnell steigt, sich alsdann im großen ganzen auf derselben Höhe konstant hält, um nach 4 Monaten wiederum zu sinken. Eigentümlich ist indessen, daß während dieses Steigens ein plötzlicher Niedergang (nach 56 Tagen) eintrifft, welches auch das

Verhältnis bei den übrigen Nitrifikationsgefäßen ist. Dieser plötzliche Niedergang des Salpetergehalts ist mir völlig unerklärlich; derselbe ist aber hernach auch bei einigen der folgenden Versuchsserien vorgekommen.

Tabelle I.

Gefäß-Nr.		Anzahl der Tage								
		0	15	30	42	56	70	88	103	117
		a) Nitrifikation.								
I	mg Salp.-N pro kg	2,2	84,8	144,7	193,4	14,4	338,8	292,6	339,7	193,1
II	mg Salp.-N pro kg	—	0,7	38,2	121,0	7,3	293,1	269,3	267,1	170,4
	Pentosane % . .	4,21	4,38	3,88	3,80	3,07	2,68	4,34	—	—
III	mg Salp.-N pro kg	—	—	0,9	2,4	1,7	4,3	98,3	219,9	294,5
	Pentosane % . .	4,97	3,58	4,05	3,66	3,69	3,02	3,42	—	—
		b) Denitrifikation.								
IV	mg Salp.-N pro kg	48,8	73,1	36,3	51,0	71,8	63,0	122,2	59,6	49,8
V	mg Salp.-N pro kg	—	0,9	0,7	0,7	1,5	0,0	1,2	0,9	0,5
	Pentosane % . .	5,23	4,80	3,83	2,93	—	3,56	4,68	—	—
VI	mg Salp.-N pro kg	—	—	1,2	0,5	1,0	0,7	1,5	41,5	97,5
	Pentosane % . .	5,07	4,16	3,95	2,60	3,72	2,75	3,33	—	—

Wir ersehen indessen aus der Salpeterbildung in Gefäß I, daß der Versuchsboden ein hohes Nitrifikationsvermögen besitzt. Nach einigen Monaten beginnt der gebildete Salpeter wieder zu verschwinden, mag dies nun auf Grund von Denitrifikation oder auf Grund von Assimilation durch Bakterien, Algen und andere Mikroorganismen geschehen.

In Gefäß II, welches einen Zusatz von Stroh erhalten hat, wird, wie aus der Tabelle hervorgeht, die Nitrifkation recht beträchtlich gehemmt und erreicht nie dieselbe Höhe wie in Gefäß I. Im übrigen ist der Verlauf wesentlich derselbe in Gefäß II wie in Gefäß I.

In Gefäß III, welches außer Stroh noch einen Zusatz von 1% Pepton erhalten hat, ist der hemmende Einfluß der organischen Stoffe auf den Nitrifikationsverlauf sehr kräftig, natürlich gerade auf Grund des Peptonzusatzes. Hier beginnt sogar die Nitrifikation erst nach mehr als 2 Monaten in Gang zu kommen, und wegen dieses Verhältnisses läßt sich bei diesem Gefäß das erreichte Maximum der Nitrifikation nicht konstatieren, da ja der Salpetergehalt beim Abbrechen des Versuchs sich noch in stetigem Steigen befindet.

Was den Pentosangehalt des Bodens angeht, so kann man auf Grund der erhaltenen Zahlen keinerlei Schlüsse ziehen. Die Schwankungen, die bei den verschiedenen Probeentnahmen zu konstatieren sind, gehen ja nach verschiedenen Richtungen. Die Methode an sich ist auch nicht so genau, daß man mit Sicherheit geringere Differenzen bei einem so niedrigen Pentosangehalt wie dem in Frage stehenden feststellen könnte.

Was die Denitrifikationsserie betrifft, so finden wir, daß in dem Kontrollgefäß (IV) der Salpetergehalt bei den verschiedenen Probeentnahmen etwas schwankt, aber irgendwelche beträchtliche Denitrifikation tritt während der Versuchszeit nicht ein. Dagegen ist eine bedeutende Steigerung des Gehalts an Salpeterstickstoff nach 88 Tagen zu konstatieren. Nach 103 Tagen ist indessen der Salpetergehalt wiederum normal.

Der Strohzusatz hat, wie aus den Zahlen für Gefäß V hervorgeht, einen sehr beschleunigenden Einfluß auf die Denitrifikation ausgeübt, während Stroh + Pepton (Gefäß VI) ebenfalls auf dieselbe Weise gewirkt hat, obgleich hier die Nitrifikation gegen Schluß der Versuchsperiode wiederum kräftig in Gang kommt. Die Ursache dieses Unterschiedes dürfte wohl die sein, daß nach der durch den Strohzusatz hervorgerufenen Denitrifikation eine hinreichende Menge leicht nitrifizierbaren Stickstoffs sich nicht vorfindet. Ist indessen Pepton nebst Stroh vorhanden, so beginnt, nachdem das Pepton mineralisiert ist, eine kräftige Nitrifikation auf Kosten des bei der Zersetzung des Peptons gebildeten Ammoniakstickstoffs.

Allerdings liegen keine völlig positiven Beweise dafür vor, daß in der Denitrifikationsserie wirklich eine direkte Denitrifikation in den Gefäßen V und VI vor sich gegangen ist. Um dies zu beweisen, hätte man eine vollständige Bilanz des Stickstoffs im Boden aufstellen müssen, um eben auch sehen zu können, ob wirklich Stickstoffverluste entstanden sind oder ob vielleicht eine Salpeterassimilation vorlag. Die Verhältnisse im Laboratorium ließen indessen nicht die Ausführung der großen Anzahl von Stickstoffbestimmungen nach Kjeldahls Methode zu, die nötig gewesen wären, um eine solche Stickstoffbilanz für alle die verschiedenen Bodenproben aufstellen zu können. Indessen, da es bekannt ist, daß Stroh wegen seines hohen Pentosangehalts (das von uns angewandte Stroh enthielt 26,0% Pentosane) in hohem Grade die Denitrifikation begünstigt, so kann man mit sehr großer Sicherheit annehmen, daß es sich wirklich um Denitrifikation und nicht um Salpeterassimilation gehandelt hat, welch letztere übrigens schwerlich so schnell

hätte vor sich gehen können, wie es hier der Fall war. Diese Annahme wird noch dadurch bestätigt, daß der Pentosangehalt in der Denitrifikationsserie eine deutliche Abnahme anzudeuten scheint, wenn auch diesem Beweise wegen des Mangels der Methode der Pentosanbestimmung an Genauigkeit keine zu große Bedeutung zuzuschreiben ist.

Ein neuer Versuch wurde völlig in Übereinstimmung mit der vorhergehenden Versuchsserie ausgeführt. Der einzige Unterschied war der, daß bei diesem Versuch außer gewöhnlichem, frischem Stroh auch altes Düngerstroh, welches ungefähr 4 Monate in der Düngermasse gelegen hatte, angewandt wurde. Außerdem wurde nur ein halb so großer Strohzusatz zum Boden genommen wie beim ersten Versuch. Der Pentosangehalt des Düngerstrohs betrug 20,60 %. Die Zusätze zu den verschiedenen Gefäßen waren folgende:

Nitrifikationsserie (die Zusätze sind pro kg Boden angegeben). Gefäß I: 2 g $(NH_4)_2SO_4$. Gefäß II: 2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 5 g frisches Stroh. Gefäß III: 2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 5 g frisches Stroh + 10 g Pepton. Gefäß IV: 2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 5 g Düngerstroh. Gefäß V: 2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 5 g Düngerstroh + 10 g Pepton.

Denitrifikationsserie. Gefäß VI: 0,3 g KNO_3 (= 40 mg Salpeterstickstoff). Gefäß VII: 0,3 g KNO_3 + 5 g frisches Stroh. Gefäß VIII: 0,3 g KNO_3 + 5 g frisches Stroh + 10 g Pepton. Gefäß IX: 0,3 g KNO_3 + 5 g Düngerstroh. Gefäß X: 0,3 g KNO_3 + 5 g Düngerstroh + 10 g Pepton.

Der Pentosangehalt wurde in dieser Versuchsserie nicht bestimmt, da hier ja nur eine halb so große Menge Stroh zur Anwendung kam wie beim vorhergehenden Versuch und die Resultate der Pentosanbestimmungen also notwendigerweise hier noch unsicherer gewesen wären als bei Versuch I.

Die Resultate der Versuchsserie gehen aus Tabelle II hervor.

Auch in dieser zweiten Versuchsserie ist der Boden in Gefäß I ($(NH_4)_2SO_4$ allein) sehr schnell nitrifiziert worden, wenn die Nitrifikation hier auch niemals dieselbe Höhe erreicht wie beim ersten Versuch.

Stroh allein hat hier, sicherlich auf Grund des geringen Zusatzes, keine deutliche Einwirkung auf die Salpeterbildung ausgeübt. Möglicherweise hat das frische Stroh eine etwas hemmende Einwirkung gehabt. Stroh + Pepton hingegen zeigt hier, wie bei dem vorhergehenden Versuch, einen kräftig hemmenden Einfluß (beginnend mit einer deutlichen Denitrifikation), welcher sich am stärksten in Gefäß V (Düngerstroh + Pepton) bemerkbar macht, in welcher die Hemmung die ganze Versuchszeit hindurch andauert.

Tabelle II.
mg Salpeterstickstoff pro kg Boden.

Gefäß-Nr.	Zusatz pro kg Boden	Anzahl der Tage							
		0	8	13	22	35	50	65	83
	a) Nitrifikation.								
I	2 g $(NH_4)_2SO_4$ . .	5,1	55,3	160,0	185,4	232,5	227,2	184,5	208,0
II	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 5 g frisches Stroh . .	5,0	40,8	68,9	137,0	92,8	205,2	185,5	161,7
III	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 5 g frisches Stroh + 10 g Pepton . .	0,5	1,6	1,8	0,5	1,6	18,2	93,6	185,4
IV	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 5 g Düngerstroh . .	6,0	69,6	183,7	184,0	231,6	137,3	209,5	138,0
V	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 5 g Düngerstroh + 10 g Pepton	0,9	0,9	1,8	0,9	0,5	0,4	0,5	0,5
	b) Denitrifikation.								
VI	0,3 g KNO_3 . . .	—	64,1	68,6	116,2	68,5	54,9	46,2	60,0
VII	0,3 g KNO_3 + 5 g frisches Stroh . .	—	41,3	45,7	55,3	37,7	22,8	13,9	20,8
VIII	0,3 g KNO_3 + 5 g frisches Stroh + 10 g Pepton . .	—	1,4	1,6	0,9	0,9	0,7	0,5	4,6
IX	0,3 g KNO_3 + 5 g Düngerstroh . .	—	41,4	46,5	69,0	41,7	27,5	23,2	27,6
X	0,3 g KNO_3 + 5 g Düngerstroh + 10 g Pepton	—	0,9	3,2	0,9	0,5	1,6	93,7	323,7

Betrachten wir die Denitrifikationsserie, so bemerken wir, daß der geringere Strohzusatz nicht irgendwelche kräftigere Denitrifikation hervorzubringen vermocht hat. Eine deutliche, wenn auch geringe, ist jedoch wahrnehmbar. Auch bei dieser Denitrifikationsserie hat der Salpetergehalt des Kontrollgefäßes einen eigentümlichen Sprung aufzuweisen (nach 22 Tagen), Eine vollständige Denitrifikation ist hingegen in den Gefäßen mit Stroh + Pepton (Gefäß VIII und X) erreicht

worden. In Übereinstimmung mit Versuch I beginnt auch hier nach einer gewissen Zeit wieder eine kräftige Nitrifikation in diesen Gefäßen. Im Gegensatz zu dem Verhältnis bei der Nitrifikationsserie beginnt indessen hier die Nitrifikation weit früher in dem Gefäß mit Düngerstroh.

Eine dritte Versuchsserie wurde völlig in Übereinstimmung mit der vorhergehenden ausgeführt, aber außer Stroh und Pepton wurde bei diesem Versuch auch frischer und gebrannter Dünger eingemischt. Der Dünger wurde zuerst bei 40—50° getrocknet, worauf er gemahlen und gesiebt wurde. Wahrnehmbare Strohhalme waren schon vorher so sorgsam wie möglich entfernt worden.

Nitrifikationsserie. Gefäß I: 2 g $(NH_4)_2SO_4$ pro kg Boden. Gefäß II: 2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 5 g Stroh pro kg Boden. Gefäß III: 2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 5 g Stroh + 4 g Pepton (= 0,4%) pro kg Boden. Gefäß IV: 2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 5 g Stroh + 30 g frischer, getrockneter Dünger pro kg Boden. Gefäß V: 2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 5 g Stroh + 30 g gebrannter, getrockneter Dünger pro kg Boden. Gefäß VI: 2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 4 g (= 0,4%) Pepton pro kg Boden. Gefäß VII: 2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 30 g frischer, getrockneter Dünger pro kg Boden. Gefäß VIII: 2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 30 g gebrannter, getrockneter Dünger pro kg Boden.

Denitrifikationsserie. Gefäß IX: 0,3 g KNO_3 pro kg Boden. Gefäß X: 0,3 g KNO_3 + 5 g Stroh pro kg Boden. Gefäß XI: 0,3 g KNO_3 + 5 g Stroh + 4 g Pepton pro kg Boden. Gefäß XII: 0,3 g KNO_3 + 5 g Stroh + 30 g frischer, getrockneter Dünger pro kg Boden. Gefäß XIII: 0,3 g KNO_3 + 5 g Stroh + 30 g gebrannter, getrockneter Dünger pro kg Boden. Gefäß XIV: 0,3 g KNO_3 + 4 g Pepton pro kg Boden. Gefäß XV: 0,3 g KNO_3 + 30 g frischer, getrockneter Dünger pro kg Boden. Gefäß XVI: 0,3 g KNO_3 + 30 g gebrannter, getrockneter Dünger pro kg Boden.

Die zugesetzten Düngermengen waren ja sehr groß, besonders wenn man in Betracht zieht, daß der Dünger getrocknet war, aber es kam hier vor allem darauf an, jedesmal einen deutlichen Ausschlag zu erhalten. Im übrigen war die Düngermenge bei diesem Versuch so berechnet, daß die absolute Stickstoffmenge in den Gefäßen mit Pepton und mit Dünger dieselbe wäre. Deshalb wurde auch die Peptonmenge vermindert, damit nicht der Düngerzusatz allzu groß würde. Diese bei den Dünger- und Peptongefäßen in gleichem Maße zugesetzte Stickstoffmenge war = 0,542 g pro kg Boden.

Die Resultate der Versuchsserie gehen aus Tabelle III hervor.

Aus der Nitrifikationsserie ist zu ersehen, daß das Nitrifikationsvermögen des Bodens dieses Mal so groß war, daß nach 36 Tagen fast

aller, mit dem Ammoniumsulfat zugeführte, nitrifizierbare Stickstoff (= 424 mg pro kg Boden) zu Salpetersäure oxydiert war. Hernach sinkt der Salpetergehalt etwas, um während des übrigen Teils der Versuchszeit sich konstant zu halten.

Tabelle III.

mg Salpeterstickstoff pro kg Boden.

Gefäß-Nr.	Zusatz pro kg Boden	Anzahl der Tage								
		0	5	12	19	29	36	43	50	57
	a) Nitrifikation.									
I	2 g $(NH_4)_2SO_4$ . .	3,7	37,0	59,7	148,7	147,0	414,0	297,0	296,0	271,0
II	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 5 g Stroh	3,4	29,6	59,2	135,1	122,0	397,0	299,0	346,0	248,0
III	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 5 g Stroh + 3 g Pepton	2,9	0,2	2,7	17,3	123,0	469,0	396,0	447,0	347,0
IV	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 5 g Stroh + 30 g frischer Dünger . .	2,9	0,7	0,7	2,0	15,0	44,3	98,1	222,0	197,0
V	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 5 g Stroh + 30 g alter Dünger	2,9	9,8	14,8	61,8	123,0	294,4	246,0	273,0	222,0
VI	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 4 g Pepton	1,0	0,5	0,2	0,5	3,9	29,6	74,6	223,0	221,0
VII	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 30 g frischer Dünger .	8,6	12,4	49,6	86,6	172,0	323,0	222,0	224,0	172,0
VIII	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 30 g alter Dünger . .	8,5	9,8	43,9	73,4	169,0	43,9	247,0	269,0	146,0
	b) Denitrifikation.									
IX	0,3 g KNO_3 . . .	68,1	38,9	43,6	48,5	72,0	72,9	85,0	60,9	48,6
X	Sodann dieselben Zusätze wie bei der Nitrifikationsserie	63,4	11,0	9,8	7,3	19,0	15,8	19,6	19,6	15,8
XI		12,2	4,1	14,7	109,9	486,0	389,0	318,0	293,0	344,0
XII		4,8	0,5	0,5	0,2	1,2	0,5	0,5	0,5	1,5
XIII		21,4	21,8	4,8	1,2	2,9	2,7	2,2	1,2	2,7
XIV		17,0	0,7	2,4	33,8	489,0	342,0	291,0	344,0	342,0
XV		34,0	1,2	0,2	0,2	0,7	1,0	0,7	0,5	1,0
XVI		5,1	17,1	2,4	7,3	9,6	7,3	12,2	5,9	19,5

Stroh allein zeigt keine deutlich hemmende Einwirkung, in Übereinstimmung mit dem, was bei Versuch II der Fall war, wo der Strohzusatz ebenso viel betrug wie jetzt. Stroh + Pepton wirkt weniger hemmend als Pepton allein. Stroh + frischer Dünger hat fast in gleich hohem Grade hemmend gewirkt wie Pepton allein, während Stroh + alter Dünger eine bedeutend geringere Wirkung bekundet. Die kräftigste Hemmung zeigt hier Pepton allein, obgleich diese Wirkung bei diesem Versuch schneller aufhört als in den vorhergehenden Serien, was auf dem geringeren Peptonzusatz (0,4% statt 1%) bei diesem Versuch beruht. Dünger allein, mag er frisch oder alt sein, zeigt nur sehr schwache Hemmung.

In der Denitrifikationsserie ist das am meisten in die Augen fallende Verhältnis dieses, daß der Dünger am kräftigsten und anhaltendsten wirkt, während die durch das Pepton hervorgerufene Denitrifikation bald aufhört und in eine äußerst kräftige Nitrifikation übergeht. Dies beruht sicherlich darauf, daß nach der Zersetzung des Kaliumnitrats in den Gefäßen mit Dünger nur der schwer zugängliche Stickstoff des Düngers zu nitrifizieren übrig ist, was natürlich lange Zeit in Anspruch nimmt. Der Peptonstickstoff hingegen ist alsbald nitrifizierbar, und deshalb geschieht hier die Salpeterbildung schneller, besonders wenn der Peptonzusatz verhältnismäßig gering ist.

Stroh allein hat hier eine deutliche Denitrifikation hervorgerufen, welche bedeutend kräftiger ist als bei dem vorhergehenden Versuch, obgleich der Strohzusatz damals derselbe war wie jetzt. Stroh + Dünger wirkt, wie ja zu erwarten war, in höchstem Grade günstig auf die Denitrifikation, und in gleicher Weise wie bei dem Versuch mit Düngerzusatz allein kommt hier während der 2 Monate, die der Versuch gedauert hat, keine Nitrifikation zustande.

Daß einigermaßen verschiedene Resultate bei den verschiedenen Versuchsserien mit denselben Zusätzen, wie z. B. jetzt mit dem Strohzusatz, erlangt worden sind, oder daß die Nitrifikation des Ammoniumsulfats mit verschiedener Intensität bei den verschiedenen Versuchen vor sich geht, kann, wie sich annehmen läßt, auf Verschiedenheiten in der allgemeinen biologischen Beschaffenheit des Versuchsbodens in den verschiedenen Fällen beruhen. Die einzelnen Versuchsserien wurden ja auch zu verschiedenen Zeitpunkten des Jahres ausgeführt.

Sucht man nun die bei diesen drei ersten Versuchsserien erhaltenen Resultate zusammenzufassen, so findet man folgendes:

Nitrifikation:

1. Stroh allein wirkt nicht hemmend, es sei denn in sehr großen Mengen.

2. Stroh + Pepton hemmen nicht so sehr, wie Pepton allein.

3. Pepton hat anfangs eine sehr starke, hemmende Wirkung, aber hernach tritt eine kräftige Nitrifikation nicht nur des zugesetzten Ammoniumsulfats, sondern auch des bei der Zersetzung des Peptons gebildeten Ammoniaks ein.

4. Stroh + frischer, getrockneter Dünger hemmt kräftiger als Stroh + alter Dünger.

5. Getrockneter Dünger allein, mag er frisch oder alt sein, hat nur eine geringe hemmende Wirkung.

Denitrifikation:

1. Stroh allein beschleunigt in hohem Grade die Zersetzung des Salpeters.

2. Stroh + Pepton wirkt auf dieselbe Weise, aber hernach tritt eine kräftige Nitrifikation des bei der Zersetzung des Peptons gebildeten Ammoniakstickstoffs ein.

3. Pepton allein verhält sich ungefähr auf dieselbe Weise wie Stroh + Pepton, aber die Denitrifikation ist hier anfangs kräftiger.

4. Stroh + Dünger beschleunigt in noch höherem Grade als Stroh allein die Zersetzung des Salpeters. Eine Nitrifikation tritt hernach, so lange die Versuchszeit gedauert hat, d. h. 2 Monate hindurch, nicht ein.

5. Getrockneter Dünger allein wirkt durchaus ebenso wie Stroh + Dünger. Frischer Dünger wirkt etwas kräftiger als alter.

Bisher waren ja die Versuche stets so ausgeführt worden, daß man die Nitrifikation und die Denitrifikation jede für sich, in getrennten Serien, vor sich gehen ließ. Es mußte indessen offenbar von gewissem Interesse sein, zu erfahren, wie die Verhältnisse sich gestalten würden, wenn diese beiden Vorgänge dazu gelangten, gleichzeitig vor sich zu gehen.

Zu dem Zweck wurde eine Versuchsserie angeordnet, bei welcher $(NH_4)_2SO_4$ und KNO_3 zugleich zugesetzt wurden. Die Zusätze, die die verschiedenen Gefäße bei diesem Versuch pro kg Boden erhielten, waren folgende:

Gefäß I: Kein Zusatz (Kontrolle). Gefäß II: 2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 0,3 g KNO_3. Gefäß III: 2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 0,3 g KNO_3 + 5 kg Stroh. Gefäß IV: 2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 0,3 g KNO_3 + 5 kg Stroh + 10 g Pepton.

Gefäß V: 2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 0,3 g KNO_3 + 5 kg Stroh + 55 g getrockneter, frischer Dünger. Gefäß VI: 2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 0,3 g KNO_3 + 10 g Pepton. Gefäß VII: 2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 0,3 g KNO_3 + 55 g getrockneter, frischer Dünger. Gefäß VIII: 2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 0,3 g KNO_3 + 10 g Dextrose. Gefäß IX: 2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 0,3 g KNO_3 + 10 g Mannit. Gefäß X: 2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 0,3 g KNO_3 + 7 g Asparagin. Gefäß XI: 2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 0,3 g KNO_3 + 10 g Laktose.

In die Versuchsreihe wurde mithin dieses Mal außer den vorhin angewandten Stoffen auch eine neue stickstoffhaltige organische Verbindung, nämlich Asparagin, sowie zwei Kohlehydrate, Dextrose und Laktose, und endlich ein höherer Alkohol, Mannit, aufgenommen.

Die Resultate gehen aus Tabelle IV hervor.

Aus der Tabelle ergibt sich zu allernächst, daß der Boden in diesem Fall, wie auch in den vorhergehenden Fällen, an sich ein kräftiges Nitrifikationsvermögen besaß. Aber außerdem lassen sich verschiedene andere interessante Verhältnisse wahrnehmen. So hat Stroh allein, wie auch in den vorhergehenden Versuchsserien, kaum merklich hemmend auf die Nitrifikation gewirkt, während Stroh + Dünger kräftiger hemmend als Dünger allein gewirkt haben, welcher nur eine unbedeutende Hemmung zeigt. Der Unterschied ist jedoch nicht sonderlich groß. Anderseits zeigt Pepton allein eine kräftigere Hemmung als Stroh + Pepton. Asparagin wirkt auf dieselbe Weise wie Pepton, wenn auch etwas schwächer, und schließlich zeigt sich, daß die zugesetzten Kohlehydrate anfangs kräftig hemmend auf die Nitrifikation wirken, wobei jedoch Laktose eine bedeutend schwächere Wirkung als Dextrose und Mannit ausübt.

Im ganzen genommen, treten also hier, bei Zusatz von $(NH_4)_2SO_2$ und KNO_3 zugleich, ungefähr dieselben Verhältnisse zutage, wie bei den Nitrifikationsversuchen mit $(NH_4)_2SO_4$ allein. Bei dieser Versuchsserie machte sich dasselbe eigentümliche Verhältnis geltend, wie bei der ersten Versuchsserie, daß nämlich die Menge des Salpeterstickstoffs bei einem gewissen Zeitpunkte (nach 90 Tagen) eine sehr beträchtliche Senkung auf der ganzen Linie zeigt, um darnach wiederum bis zu ihrer früheren Höhe oder noch höher zu steigen.

Was besonders die Einwirkung der Kohlehydrate angeht, so haben diese, nachdem die anfängliche Hemmung überwunden ist, nicht irgend welchen besonders günstigen Einfluß auf die Nitrifikation gehabt, obwohl ein solcher Einfluß, wenn er eingetreten wäre, sich während der langen Zeit, die der Versuch gedauert hat, leicht hätte konstatieren

Tabelle IV.

mg Salpeterstickstoff pro kg Boden.

Gefäß-Nr.	Zusatz pro kg Boden	Anzahl der Tage									
		0	8	16	28	42	54	65	75	90	99
I	Keiner	6,2	4,9	8,7	16,1	15,0	22,4	22,6	30,1	12,4	34,9
II	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 0,3 g KNO_3 .	74,9	64,9	126,4	176,0	175,6	198,8	200,0	198,7	86,6	199,6
III	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 0,3 g KNO_3 + 5 g Stroh . .	65,5	35,0	60,7	126,7	175,2	200,1	150,0	173,9	74,1	251,0
IV	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 0,3 g KNO_3 + 5 g Stroh + 10 g Pepton . . .	10,1	0,5	0,5	0,3	2,3	40,9	152,0	230,2	137,2	410,2
V	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 0,3 g KNO_3 + 5 g Stroh + 55 g Dünger . . .	24,9	17,7	0,5	45,3	75,3	128,1	151,9	174,4	73,8	150,4
VI	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 0,3 g KNO_3 + 10 g Pepton .	1,0	0,5	0,8	0,3	0,5	2,6	74,6	176,4	301,6	408,0
VII	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 0,3 g KNO_3 + 55 g Dünger .	32,8	15,0	50,6	63,3	15,8	126,5	148,3	175,8	99,7	300,4
VIII	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 0,3 g KNO_3 + 10 g Dextrose	1,5	0,5	0,3	15,1	30,2	150,7	150,6	150,8	101,1	126,7
IX	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 0,3 g KNO_3 + 10 g Mannit .	15,0	0,0	0,3	20,1	63,0	101,4	150,7	149,2	101,4	125,7
X	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 0,3 g KNO_3 + 7 g Asparagin	1,0	0,5	3,5	5,0	25,1	87,0	175,4	249,2	325,2	449,1
XI	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 0,3 g KNO_3 + 10 g Laktose .	25,1	0,5	8,8	75,8	101,7	76,0	50,9	138,1	100,0	127,2

lassen. Man muß indessen beachten, daß v. Bazarewski[1]) und Coleman[2]) in dieser Hinsicht hervorgehoben haben, daß eine solche günstige Einwirkung nur bei Anwendung geringerer Mengen Kohlehydrat (Dextrose) als 1% erzielt wird. Ein anderer Umstand ist es, daß diese Forscher die Einwirkung der Dextrose nur bei reiner Nitrifikation und nicht, wie hier, bei gleichzeitigem Zusatz von $(NH_4)_2SO_4$ und KNO_3 zum Boden, studiert haben. Auf diese Sache werde ich indessen weiter unten zurückkommen.

Sodann wurde eine neue Versuchsserie mit gleichzeitigem Zusatz von $(NH_4)_2SO_4$ und KNO_3 veranstaltet. Dieses Mal wurde nur Pepton und Dextrose, und zwar 1% von jedem Stoffe, hinzugenommen. Die Resultate dieser Serie gehen aus Tabelle V hervor.

Tabelle V.
mg Salpeter-N pro kg Boden.

Gefäß-Nr.	Zusatz pro kg Boden	Anzahl der Tage						
		0	8	18	24	35	49	60
I	Keiner	4,3	7,2	8,4	12,0	14,5	—	19,2
II	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 0,3 g KNO_3	19,3	26,5	108,3	120,9	144,7	144,0	193,4
III	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 0,3 g KNO_3 + 10 g Pepton	1,9	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
IV	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 0,3 g KNO_3 + 10 g Dextrose	8,4	0,0	0,0	3,4	38,6	97,4	59,4

(Fortsetzung.)

Gefäß-Nr.	Zusatz pro kg Boden	Anzahl der Tage							
		69	76	83	90	97	103	110	125
I	Keiner	19,1	33,5	19,1	7,2	28,5	12,0	33,3	52,8
II	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 0,3 g KNO_3	191,3	192,6	168,7	62,5	168,7	72,1	52,9	311,4
III	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 0,3 g KNO_3 + 10 g Pepton	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	9,6
IV	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 0,3 g KNO_3 + 10 g Dextrose	108,4	157,3	121,2	42,9	95,6	71,8	167,4	119,1

[1]) v. Bazarewski, a. a. O.
[2]) Coleman, a. a. O.

Etwas prinzipiell Neues geht allerdings aus diesem Versuch nicht hervor; er bestätigt nur die vorhergehenden Versuche. Indessen ist die außerordentlich langdauernde Hemmung, die das Pepton bei diesem Versuch auf die Nitrifikation ausgeübt hat, sehr auffallend. Kommt doch diese in der Peptonflasche erst nach nahezu 4 Monaten zur Geltung! Der hemmende Einfluß der Dextrose ist, wie vorhin, von beträchtlich kürzerer Dauer.

Ein besonderer Versuch wurde nun vorgenommen, um zu konstatieren, ob die durch das Pepton verursachte Wirkung zugleich mit verminderten Peptondosen abnimmt. Bei diesem Versuch wurde wiederum die Versuchsserie auf eine Nitrifikations- und eine Denitrifikationsserie verteilt. Die Peptonzusätze waren bei diesem Versuch 0,5, 1,0, 1,5 und 3,0%. Die Resultate dieses Versuchs sind in Tabelle VI zusammengestellt.

Tabelle VI.
mg Salpeter-N pro kg Boden.

Gefäß-Nr.	Zusatz pro kg Boden	Anzahl der Tage								
		0	7	16	24	31	38	44	51	58
	a) Nitrifikation.									
I	Keiner	7,5	7,0	15,0	15,0	20,0	17,0	20,0	19,8	17,4
II	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 5 g Pepton	—	0,0	7,5	12,5	275,0	274,5	379,0	404,1	749,3
III	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 10 g Pepton	—	0,7	0,7	0,9	20,0	126,0	361,0	401,1	501,4
IV	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 15 g Pepton	—	0,7	0,5	0,0	1,5	10,0	20,1	22,5	40,2
V	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 30 g Pepton	—	0,5	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	b) Denitrifikation.									
VI	0,3 g KNO_3 + 5 g Pepton	—	0,0	0,0	1,2	125,0	275,0	251,3	275,8	600,8
VII	0,3 g KNO_3 + 10 g Pepton	—	0,0	0,0	0,0	17,0	—	250,1	327,4	607,7
VIII	0,3 g KNO_3 + 15 g Pepton	—	0,0	0,0	0,7	7,5	20,0	20,1	27,2	50,3
IX	0,3 g KNO_3 + 30 g Pepton	—	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Die Resultate dieser Versuchsserie sind unzweideutig und zeigen, daß der hemmende Einfluß des Peptons mit der zugesetzten Peptonmenge steigt. Die findet sowohl bei dem Nitrifikations- als auch dem Denitrifikationsversuch statt. Der Versuch zeigt indessen auch, daß das Pepton schon bei einem Zusatz von 0,5 % hemmend wirkt. Sobald einmal die Nitrifikation in Gang gekommen ist, schreitet sie äußerst schnell fort, wofern nicht der Peptonzusatz größer ist als 1 %. Bei 1,5 % schreitet die Nitrifikation, nachdem sie einmal in Gang gekommen ist, sehr langsam fort. Bei Zusatz von 3 % Pepton trat überhaupt keine Nitrifikation während der (allerdings relativ kurzen) Zeit, die der Versuch dauerte, ein.

Tabelle VII.

mg Salpeter-N pro kg Boden.

Gefäß-Nr.	Zusatz pro kg Boden	Anzahl der Tage							
		0	7	16	23	30	37	44	51
I	Keiner	3,4	6,9	7,3	8,5	12,0	19,3	21,5	38,5
II	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 0,3 g KNO_3	25,3	46,0	74,0	97,2	169,0	241,4	216,5	289,1
III	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 0,3 g KNO_3 + Pepton . .	4,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	3,6
IV	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 0,3 g KNO_3 + Asparagin .	17,9	22,9	0,7	1,7	58,1	31,3	144,9	240,3
V	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 0,3 g KNO_3 + Harnstoff .	13,8	32,1	33,6	48,0	2,4	120,1	143,9	288,5
VI	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 0,3 g KNO_3 + Ammoniumazetat	13,8	0,0	38,7	144,9	216,9	240,5	287,0	384,7
VII	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 0,3 g KNO_3 + Azetamid .	9,3	0,0	1,2	7,2	48,2	264,4	338,2	480,3

Wenn, wie man aus den vorhergehenden Untersuchungen zu schließen berechtigt zu sein scheint, eine Nitrifikation in Gegenwart leichtlöslicher organischer Stoffe erst in Gang kommen kann, wenn diese Stoffe völlig zersetzt sind, so müßte ja, wenn man zu einem und demselben Boden zugleich mit $(NH_4)_2SO_4$ verschiedene organische Stoffe zusetzt, die Nitrifikation um so schneller eintreten, je leichter sich die verschiedenen Stoffe zersetzen.

Um hierfür möglichst eine Bestätigung zu erhalten, wurden zwei Versuchsserien veranstaltet, bei denen zu dem Versuchsboden, welcher in allen Gefäßen eine Mischung von 2 g $(NH_4)_2SO_4$ und 0,3 g KNO_3 enthielt, bei den verschiedenen Gefäßen folgende Stoffe zugesetzt wurden: Pepton, Asparagin, Azetamid, Ammoniumazetat und Harnstoff. Die Mengen dieser verschiedenen Stoffe wurden in der Weise bestimmt, daß in jedem Gefäß ein Stickstoffgehalt zustande kam, der einer Peptonmenge von 1% entsprach. Hierbei wurde der Stickstoffgehalt der verschiedenen Verbindungen nach deren resp. Formeln berechnet.

Die Resultate dieser beiden Versuchsserien gehen aus den Tabellen VII und VIII hervor.

Tabelle VIII.

mg Salpeter-N pro kg Boden.

Gefäß-Nr.	Zusatz pro kg Boden	Anzahl der Tage											
		0	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77
I	Keiner	5,4	5,5	7,9	15,8	19,7	23,6	27,7	27,6	31,4	23,6	31,6	—
II	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 0,3 g KNO_3 .	32,2	49,5	117,9	158,3	197,1	296,6	195,8	235,1	274,6	157,2	273,4	137,1
III	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 0,3 g KNO_3 + Pepton . . .	4,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	5,0	11,9
IV	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 0,3 g KNO_3 + Asparagin . .	45,0	0,5	1,6	9,9	35,8	99,6	139,7	179,9	396,0	278,6	359,2	199,3
V	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 0,3 g KNO_3 + Harnstoff . .	44,8	34,2	51,5	79,0	237,1	357,7	296,5	354,9	433,5	474,5	514,3	239,3
VI	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 0,3 g KNO_3 + Ammonazetat .	34,7	29,8	44,6	138,9	276,8	356,8	275,8	237,6	395,9	317,5	397,2	158,7
VII	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 0,3 g KNO_3 + Azetamid . .	15,0	0,0	4,4	30,0	90,2	180,2	239,3	319,4	560,8	358,7	478,5	259,0

Wollen wir die verschiedenen organischen Verbindungen nach ihrer hemmenden Einwirkung auf die Nitrifikation ordnen, so können wir sie in folgende Reihenfolge bringen, bei welcher also der hemmende Ein-

fluß stufenweise abnimmt: 1. Pepton, 2. Asparagin, 3. Azetamid, 4. Ammoniumazetat, 5. Harnstoff.

Diese Aufstellung, welche in gleichem Grade für beide Versuchsserien gilt, zeigt ja deutlich, daß, je leichter die organischen Verbindungen zu zersetzen sind, um so schneller auch ihr hemmender Einfluß auf den Nitrifikationsprozeß vorübergeht. Da diese Stoffe außerdem im Äquivalenzverhältnis nach ihrem Stickstoffgehalt zugesetzt sind, so dürfte der oben angegebene Vergleich derselben untereinander völlig berechtigt sein.

Winogradski und Omelianski[1]) haben ebenfalls die Stoffe, die sie angewandt haben, um den Einfluß verschiedener organischer Stoffe auf die Nitrifikation zu studieren, zu einer ähnlichen Reihe nach abnehmendem hemmenden Vermögen geordnet und erhielten dabei folgende Aufstellung: 1. Glykose, 2. Pepton, 3. Asparagin, 4. Glyzerin, 5. Harnstoff, 6. Natriumazetat, 7. Natriumbutyrat, 8. Fleischaufguß, 9. Ammoniak.

Obgleich diese Forscher zum Teil andere Stoffe angewandt haben als wir, so ist dennoch eine gewisse Übereinstimmung mit unsern Versuchsresultaten unverkennbar, was um so beachtenswerter ist, als die russischen Forscher mit rein mineralischen, sterilen Nährlösungen und Reinkulturen von Nitrifikationsbakterien gearbeitet haben, während bei unsern Versuchen die im Boden unter normalen Verhältnissen vorkommende Mischung von Mikroorganismen zur freien Einwirkung gelangte. Hinsichtlich der Einwirkung der Glykose zeigen indessen die russischen Versuche ein anderes Resultat als die unsrigen.

Daß auch sehr geringe Mengen leicht zersetzbarer, organischer Stoffe einen deutlich hemmenden Einfluß auf den Nitrifikationsverlauf im Boden ausüben, dürfte wohl auf Grund der bisher beschriebenen Versuche außer allen Zweifel gestellt sein. Ist indessen der Zusatz gering, so kommt dieser hemmende Einfluß nur anfangs zum Ausdruck. Nach einiger Zeit gelangt die Nitrifikation zur Geltung und schreitet sodann intensiv fort. Wollte man also nur die Menge des Salpeterstickstoffs, der beim Beginn des Versuchs, und sodann desjenigen, der nach einem längern Zeitverlauf vorhanden ist, bestimmen, was bisher das Gebräuchlichste bei Untersuchungen auf diesem Gebiet gewesen zu sein scheint, so entgeht diese anfängliche Hemmungsperiode ganz und gar der Aufmerksamkeit; unter diesen Umständen kann man dann natürlich den unrichtigen Schluß ziehen, daß die in Frage stehenden organischen Stoffe durchaus nicht hemmend eingewirkt haben.

---

[1]) Winogradski und Omelianski, Centralbl. für Bakt. II. Abt. Bd. 5, 1899, S. 436.

Indessen scheint auch unzweideutig aus den oben dargelegten Untersuchungen hervorzugehen, daß Stalldünger, sowohl frischer als gebrannter, nur eine geringe hemmende Einwirkung auf die Nitrifikation ausübt. Die praktische Bedeutung dieses Verhältnisses ist natürlich eine sehr große, da es sich hier gerade um diejenigen organischen Stoffe handelt, die in der Praxis mit Absicht dem Ackerboden zugeführt werden. Die Ursache dieses Verhaltens des Düngers ist annehmbarer Weise in dem Umstand zu suchen, daß die in dem Dünger enthaltenen stickstoffhaltigen Stoffe zum größten Teil sich in einer für die Mikroorganismen schwer zugänglichen Form befinden. Die geringe Hemmung, die bei unsern Versuchen bei dem mit Dünger versetzten Boden wahrzunehmen gewesen ist, dürfte dem Gehalt des Düngers an leicht zersetzbaren Stickstoffverbindungen zuzuschreiben sein. Die Resultate sind um so sicherer, als die angewandten Düngermengen sehr beträchtlich gewesen sind, ja vielfältig beträchtlicher, als diejenigen, von denen man annehmen kann, daß sie je in der Praxis angewandt werden.

Daß andererseits der Dünger kräftig beschleunigend auf den Denitrifikationsprozeß wirkt, geht ebenfalls deutlich aus unsern Versuchen hervor. Jedoch wäre auch hier möglicherweise die Nitrifikation auf Kosten der Stickstoffverbindungen des Düngers allmählich wieder in Gang gekommen, wenn nur die Versuchszeit lang genug ausgedehnt worden wäre. Versuche in dieser Richtung werden jetzt gerade vorgenommen.

Daß alle die bisher geprüften organischen Stoffe, auch das am stärksten hemmend wirkende Pepton, sogar bei sehr großen Zusätzen nicht tötend auf die Nitrifikationsbakterien wirken, sondern sie nur in Untätigkeit halten, bis die in Frage stehenden Stoffe mineralisiert sind, geht ja ohne weiteres daraus hervor, daß die Nitrifikation stets früher oder später bei allen den ausgeführten Versuchen eintritt.

Bei den Versuchen, die bisher mit Zusatz von Stalldünger ausgeführt worden sind, war ja ausschließlich gotrockneter, also „konzentrierter“ Dünger zur Anwendung gekommen. Obwohl das Trocknen stets bei verhältnismäßig niedriger Temperatur, 40—50°, ausgeführt wurde, so war doch die Möglichkeit vorhanden, daß die Vornahme des Trocknens in gewissem Grade die Eigenschaften des Düngers hinsichtlich seiner Einwirkung auf die Nitrifikation und Denitrifikation im Ackerboden hat verändern können.

Es wurde deshalb eine neue Versuchsreihe veranstaltet, bei welcher der Dünger so zugesetzt wurde, wie er war, in frischem Zustande und ohne ein vorhergehendes Eintrocknen. Das Eintrocknen war haupt-

sächlich zu dem Zweck geschehen, den Dünger so herzurichten, daß er sich leichter behandeln und gleichmäßiger in den Boden verteilen ließ. Der frische Dünger war in dieser Hinsicht bedeutend schwieriger zu behandeln, aber die Einmischung wurde so sorgfältig vorgenommen, wie es nur möglich war. Die bei dem Versuch in Frage stehende Düngermenge machte 20 g pro kg Boden aus, was also doppelt so viel war, als bei reichlichster Düngung in der Praxis jemals vorkommt; natürlich wurde diese Menge angewandt, um einen desto sicherern Ausschlag des Versuchs zu erhalten. Zum Vergleich wurde auch bei dieser Versuchsserie Pepton- und Dextrosezusatz, 1% von jedem dieser Stoffe, mit hinzugenommen. Der Versuch wurde in einer Nitrifikations- und einer Denitrifikationsserie ausgeführt. Die Resultate gehen aus Tabelle IX hervor.

Tabelle IX.

mg Salpeter-N pro kg Boden.

Gefäß-Nr.	Zusatz pro kg Boden	Anzahl der Tage						
		0	8	17	22	31	36	43
	a) Nitrifikation.							
I	Keiner	9,8	49,3	44,0	73,0	74,0	73,0	73,0
II	2 g $(NH_4)_2SO_4$	7,4	39,4	166,0	271,0	391,0	296,0	293,0
III	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + Pepton . .	0,9	0,3	1,0	1,0	0,7	0,5	1,8
IV	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + Dextrose . .	0,0	0,7	0,5	1,6	1,6	27,0	123,0
V	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + Dünger . .	3,9	35,0	152,0	152,0	352,0	250,0	252,0
	b) Denitrifikation.							
VI	0,3 g KNO_3	36,8	99,0	146,0	—	122,0	123,0	121,0
VII	0,3 g KNO_3 + Pepton . . .	0,5	0,0	0,7	1,0	1,2	7,0	23,0
VIII	0,3 g KNO_3 + Dextrose . .	0,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,4
IX	0,3 g KNO_3 + Dünger . . .	36,8	50,0	73,0	74,0	99,0	75,0	75,0

Die mit einem Zusatz von 1% Pepton und 1% Dextrose versehenen Bodenproben haben sich auch bei dieser Versuchsserie verhalten, wie es vorhin der Fall war. Was die Einwirkung des Düngers angeht, so ist diese in der Nitrifikationsserie, praktisch genommen, gleich Null.

In der Denitrifikationsserie hat der Dünger eine deutliche Denitrifikation hervorgerufen, wenn diese auch nicht so kräftig ist, wie in den vorhergehenden Versuchsserien, bei welchen jedoch der Düngerzusatz (getrockneter Dünger) relativ bedeutend größer war. Zum Ver-

gleich Versuche mit ungetrocknetem Dünger in relativ denselben Zusätzen wie bei Zusätzen von getrocknetem Dünger auszuführen, geht einfach deshalb nicht an, weil der Düngerzusatz dann so beträchtlich sein würde, daß der Boden seinen Charakter und seine Struktur vollständig verlöre. Indessen hat der nicht getrocknete Dünger bei diesem letzten Versuch ganz ebenso gewirkt, wie der getrocknete, wenn auch in geringerem Grade, was auf dem relativ geringern Zusatz beruht.

Bei den bisher mit Zusatz von Pepton und Dextrose ausgeführten Versuchen sind diese Stoffe stets in relativ großer Menge angewandt worden, wenigstens nicht unter 0,5 % in bezug auf Pepton und 1 % in bezug auf Dextrose. Es blieb indessen noch zu konstatieren, ob geringere Mengen dieser organischen Stoffe eine prinzipiell anders geartete Wirkung ausüben als die, welche bei unsern Versuchen unveränderlich zum Ausdruck gekommen ist.

Die zu diesem Zweck unternommene Versuchsserie wurde mit getrennter Nitrifikations- und Denitrifikationsserie ausgeführt. Abgesehen von einem Kontrollgefäß mit Ammoniumsulfatzusatz allein (2 g pro kg Boden wie gewöhnlich), wurde bei den folgenden Gefäßen, außer der oben angegebenen Menge $(NH_4)_2SO_4$, resp. 0,25 und 1 % Pepton, sowie 0,1 und 1,0 % Dextrose zugesetzt. In der Denitrifikationsserie waren dieselben Zusätze vorhanden, wenn auch das Ammoniumsulfat natürlich durch KNO_3 in der gewöhnlichen Menge von 0,3 g pro kg Boden ersetzt wurde.

Der Resultate dieser Versuche sind in Tabelle X zusammengestellt.

Wie aus der Tabelle hervorgeht, fanden die Analysen im Anfange des Versuchsverlaufs bei einem Zwischenraum von nur 3 Tagen statt, damit man die Stickstoffumsetzungen, welche natürlich besonders im Anfange sehr schnell vor sich gehen, so genau wie möglich verfolgen könnte.

Die geringen Zusätze von organischen Stoffen (Pepton und Dextrose) haben in der Nitrifikationsserie anfangs deutlich hemmend gewirkt, wenn auch hernach die Nitrifikation schnell fortgeschritten ist. Der Zusatz von 0,1 % Dextrose hat hier keineswegs einen günstigen Einfluß auf die Nitrifikation gehabt, wie bei den Versuchen v. Bazarewskis und Colemans, denn, abgesehen davon, daß die Nitrifikation anfangs gehemmt worden ist, hat die Maximalmenge des gebildeten Salpeterstickstoffs in der Flasche mit 0,1 % Dextrose nicht mehr betragen, als in der Kontrollflasche. In der Flasche mit 0,25 % Pepton ist natürlich der Maximalgehalt an Salpeterstickstoff bedeutend höher gewesen als in dem Kontrollgefäß, was auf dem nitrifizierten Peptonstickstoff beruht.

Tabelle X.

mg Salpeter-N pro kg Boden.

Gefäß-Nr.	Zusatz pro kg Boden	Anzahl der Tage																	
		0	3	7	10	14	17	24	31	38	46	53	60	67	74	81	88	95	109
	a) Nitrifikation.																		
I	2 g $(NH_4)_2SO_4$.	2,7	19,9	74,6	124,9	173,4	173,6	197,7	198,0	250,2	247,6	247,2	296,5	271,5	296,4	297,3	291,9	198,0	371,9
II	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 2,5 g Pepton .	0,0	0,0	1,2	15,0	100,0	124,3	250,4	248,7	299,4	321,9	349,1	375,2	373,6	373,3	373,2	325,0	299,1	398,6
III	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 10 g Pepton .	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	100,7	251,4	199,2	376,4	350,3	352,8	435,6
IV	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 1 g Dextrose .	0,0	1,7	22,4	74,5	125,3	148,0	198,4	204,7	251,0	174,3	250,4	297,6	278,7	273,5	297,6	273,8	174,5	272,7
V	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 10 g Dextrose	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	7,5	45,2	100,2	150,3	125,5	175,1	175,1	150,5	150,0	149,3	150,1	124,6	175,1
	b) Denitrifikation.																		
VI	0,3 g KNO_3 . .	75,3	74,9	74,6	99,5	99,6	74,2	73,4	74,9	—	98,5	—	123,6	98,6	98,9	98,4	73,6	73,8	98,3
VII	0,3 g KNO_3 + 2,5 g Pepton .	17,5	1,0	12,4	27,2	151,4	174,0	300,7	223,6	347,0	296,6	346,7	348,6	323,0	346,0	347,4	247,7	224,1	274,6
VIII	0,3 g KNO_3 + 10 g Pepton .	7,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	74,7	99,1	222,1	300,5	324,8	347,9	450,8
IX	0,3 g KNO_3 + 1 g Dextrose .	30,0	30,0	49,4	49,7	73,5	73,8	74,4	49,7	74,2	74,3	74,5	74,4	75,3	74,1	73,9	49,2	47,8	74,5
X	0,3 g KNO_3 + 10 g Dextrose	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,5	1,4	4,9	1,2	0,0

Der große Zusatz (1 %) von Pepton hat wie gewöhnlich eine langdauernde Hemmung der Nitrifikation zustande gebracht, welche indessen, nachdem sie einmal in Gang gekommen ist, schnell fortschreitet, ebenso wie bei den vorhergehenden Versuchen. 1 % Dextrose hat ebenfalls eine kräftige Hemmung und außerdem einen Verlust an Salpeterstickstoff, wahrscheinlich durch Denitrifikation, bewirkt.

In der Denitrifikationsserie hat der Peptonzusatz wie gewöhnlich eine Denitrifikation hervorgebracht. Diese ist jedoch bei 0,25 % Pepton eine schnell vorübergehende, während der Zusatz von 1 % Pepton die Nitrifikation genau eine ebenso lange Zeit hindurch gehemmt hat, wie bei der Nitrifikationsserie. 0,1 % Dextrose hat anfangs eine deutliche Denitrifikation zustande gebracht, auf welche indessen später eine Nitrifikation folgt. Diese Nitrifikation findet offenbar auf Kosten des im Boden befindlichen, nitrifizierbaren Stickstoffs statt. Bei Untersuchung auf Ammoniakstickstoff (durch Destillation von 50 g Boden, mit MgO, Auffangen des überdestillierten Ammoniaks in $^{n}/_{10}$ H_2SO_4 und Titrieren der zurückgebliebenen Säure) zeigte sich auch, daß der Boden ungefähr 55 mg Ammoniakstickstoff pro kg Boden — also mehr als hinreichendes Material für die in Frage stehende Salpeterbildung — enthielt.

Der Zusatz von 1 % Dextrose hat wie gewöhnlich eine totale Denitrifikation hervorgerufen.

Die bei mehreren der vorhergehenden Versuche wahrgenommene eigentümliche Abnahme des Salpetergehalts nach einem gewissen Zeitverlauf ist auch bei dieser Versuchsserie vorhanden, wie aus der Tabelle hervorgeht. Hier folgt außerdem auf diese Abnahme, welche ihren niedrigsten Punkt nach 95 Tagen erreicht, eine ungewöhnlich starke Zunahme der Nitrifikation.

Bei dieser Versuchsserie wurden ebenfalls Bestimmungen des Ammoniakstickstoffs zugleich mit denen des Salpeterstickstoffs ausgeführt. Hierbei wurden 50 g des Bodens mit MgO destilliert und das Ammoniak in $^{n}/_{10}$ H_2SO_4 aufgefangen. Außerdem wurde bei jeder Untersuchung eine qualitative Prüfung auf Nitrit vorgenommen, um zu sehen, ob die Nitritbildung gleichzeitig mit der Nitratbildung in den Fällen begann, in denen Hemmung vorhanden gewesen ist, oder ob die Nitritbildung möglicherweise vor der Nitratbildung eintrat. Die hierbei angewandte Methode zur Prüfung auf Nitrit war die von Ilosvay v. Ilosva[1]) vorgeschlagene, bei welcher man eine essigsaure Lösung von Sulfanilsäure

---

[1]) Ilosvay v. Ilosva, Bull. chim. (3), 2, p 317.

Tabelle

Salpeter-N und Ammoniak-N sind

Gefäß-Nr.	Zusatz	Gehalt an	Anzahl						
			0	3	7	10	13	16	24
									a) Nitri-
I	$(NH_4)_2SO_4$	Salpeter-N	2,7	19,9	74,6	124,9	173,4	173,6	197,7
		Ammon.-N	431,2	450,8	383,6	355,6	305,2	263,2	229,6
		Nitrit . .	++	(+)	+	(+)	(+)	+	(+)
II	$(NH_4)_2SO_4$ + 0,25 % Pepton	Salpeter-N	0,0	0,0	1,2	15,0	100,0	124,3	250,4
		Ammon.-N	490,0	658,0	700,0	728,0	638,4	316,4	428,4
		Nitrit . .	++	—	+	++	+	++	+
III	$(NH_4)_2SO_4$ + 1 % Pepton	Salpeter-N	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Ammon.-N	490,0	907,2	1484,0	1456,0	1506,4	1568,0	1590,4
		Nitrit . .	++	—	—	—	—	—	—
IV	$(NH_4)_2SO_4$ + 0,1 % Dextrose	Salpeter-N	0,0	1,7	22,4	74,5	125,3	148,0	198,4
		Ammon.-N	432,0	425,6	383,6	355,6	313,6	294,0	190,4
		Nitrit . .	++	+	+	(+)	(+)	+	+
V	$(NH_4)_2SO_4$ + 1 % Dextrose	Salpeter-N	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	7,5	45,2
		Ammon.-N	432,0	254,8	212,8	224,0	243,6	218,4	159,6
		Nitrit . .	++	—	—	(+)	++	+++	+++
									b) Denitri-
VI	KNO_3	Salpeter-N	75,3	74,9	74,6	99,5	99,6	74,2	73,4
		Ammon.-N	53,2	56,0	—	25,2	28,0	33,6	22,4
		Nitrit . .	++	+	+	+	(+)	(+)	+
VII	KNO_3 + 0,25 % Pepton	Salpeter-N	17,5	1,0	12,4	27,2	151,4	174,0	300,7
		Ammon.-N	67,2	226,8	260,4	285,6	196,0	159,6	64,4
		Nitrit . .	++	++	++	++	+	+	(+)
VIII	KNO_3 + 1 % Pepton	Salpeter-N	7,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Ammon.-N	75,6	336,0	800,8	952,0	1036,0	1066,8	1162,0
		Nitrit . .	++	—	—	—	—	—	—
IX	KNO_3 + 0,1 % Dextrose	Salpeter-N	30,0	30,0	49,4	49,7	73,5	73,8	74,4
		Ammon.-N	58,8	19,6	36,4	25,2	28,0	36,4	14,0
		Nitrit . .	++	++	++	++	++	++	++
X	KNO_3 + 1 % Dextrose	Salpeter-N	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
		Ammon.-N	42,0	28,0	39,2	28,0	22,4	30,8	39,2
		Nitrit . .	++	—	—	—	—	—	—

XI.

ausgedrückt in mg pro kg Boden.

der Tage

31	38	46	53	60	67	74	81	88	95	109
fikation.										
198,0	250,2	247,6	247,2	296,5	271,5	296,4	297,3	291,9	198,0	371,9
193,2	148,4	134,4	112,0	103,6	95,2	86,8	75,6	78,4	84,0	78,4
+	+	(+)	—	(+)	(+)	(+)	+	(+)	(+)	+
248,7	299,4	321,9	349,1	375,2	373,6	373,3	373,2	325,0	299,1	398,6
414,4	352,8	316,4	313,6	257,6	244,0	280,0	274,4	226,8	299,0	218,4
+	+	+	(+)	+	++	+	++	++	++	+
0,0	0,0	0,0	10,0	100,7	251,4	299,2	376,4	350,3	353,8	435,6
1640,8	1666,0	1652,0	1484,0	1517,6	1293,6	1195,6	1176,0	1013,6	1008,0	974,4
—	—	+++	+++	+++	+++	++	+++	+	+	+
204,7	251,0	174,3	250,4	297,6	278,7	273,5	297,6	273,8	274,5	272,7
173,6	137,0	142,8	117,6	103,6	120,4	106,4	81,2	70,0	—	70,0
+	+	(+)	+	+	+	(+)	+	++	(+)	+
100,2	150,3	125,0	175,1	175,1	150,5	150,0	149,3	150,1	124,6	175,1
170,8	120,4	92,4	58,8	42,0	56,0	53,2	33,6	14,0	44,8	28,0
+++	++	+	+	+	+	(+)	++	++	+	+
fikation.										
74,9	—	98,5	—	123,6	98,6	98,9	98,4	73,6	73,8	98,3
14,0	28,0	14,0	5,6	14,0	14,0	8,4	14,0	4,8	14,0	11,2
+	++	(+)	(+)	+	+	(+)	+	(+)	(+)	—
223,6	347,0	296,6	346,7	348,6	323,0	346,0	347,4	247,7	224,1	274,6
22,4	—	25,2	16,8	25,2	22,4	16,8	19,6	25,2	28,0	22,4
+	(+)	—	—	(+)	+	(+)	+	(+)	(+)	+
0,0	0,0	0,0	2,5	74,7	99,1	222,1	300,5	324,8	347,9	450,8
1243,2	1159,2	1260,0	1220,6	1125,6	999,6	856,8	708,8	694,4	599,4	551,6
—	—	—	+++	+++	+++	++	+++	(+)	(+)	+
49,7	74,2	74,3	74,5	74,4	75,3	74,1	73,9	49,2	17,3	74,5
16,8	28,0	28,0	14,0	8,4	14,0	25,2	14,0	14,0	23,4	11,2
++	+	+	+	+	+	(+)	+	(+)	+	—
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,5	1,4	4,9	1,2	0,0
28,0	19,6	22,4	28,0	33,6	28,0	22,4	19,6	15,4	50,4	25,2
—	—	—	(+)	—	++	(+)	+	+	++	—

und α-Naphthylamin benutzt. Das Reagens wird auf folgende Weise bereitet:

1. 0,5 g Sulfanilsäure wird in 150 ccm verdünnter Essigsäure gelöst.

2. 0,2 g α-Naphthylamin in fester Form wird mit 20 ccm Wasser gekocht. Die farblose Lösung wird von dem blauvioletten Rückstande abgehoben und mit 150 ccm verdünnter Essigsäure verdünnt, worauf beide Lösungen miteinander vermischt werden.

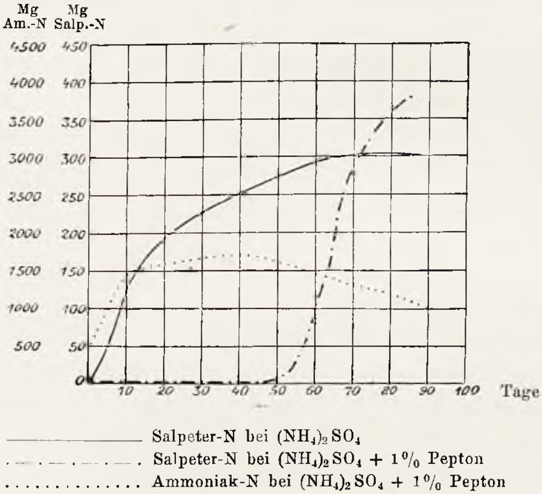
Bei unseren Untersuchungen wurden 10 ccm des Bodenextrakts genommen, das zur Salpetersäurebestimmung angewandt wurde, auf 50 ccm verdünnt und mit 2 ccm der oben erwähnten Lösung versetzt. In Gegenwart von Nitrit entsteht eine schöne rote Färbung, welche bei unsern Versuchen mit (+) bezeichnet wurde, wenn sie schwach, aber doch deutlich wahrnehmbar war, sowie mit + und ++, wenn die Färbung stärker war.

In Tabelle XI sind die Resultate der Salpeter- und Ammoniakbestimmungen, sowie die qualitativen Untersuchungen auf Nitrit zusammengestellt.

Die in diesen Tabellen wiedergegebenen Resultate sind namentlich in zweierlei Hinsicht von besonders großem Interesse. Zunächst geht aus denselben klar und deutlich hervor, daß nach Peptonzusatz eine Nitrifikation erst dann in Gang kommt, wenn aller Peptonstickstoff in Ammoniakstickstoff umgesetzt ist. Das angewandte Wittesche Pepton enthielt nämlich 12% Stickstoff, was 1200 mg Stickstoff pro kg Boden bei einem Zusatz von 1% Pepton ausmacht. Sehen wir in der Nitrifikationsserie nach, wann die Nitrifikation bei diesem Peptonzusatz in Gang zu kommen beginnt, so finden wir, daß dies geschieht, wenn der Gehalt an Ammoniakstickstoff bis auf 1650—1660 mg pro kg Boden gestiegen ist. Summieren wir den Ammoniakstickstoff, der sich aus der ganzen Menge an $(NH_4)_2SO_4$ und Pepton zusammen erlangen läßt, so macht dies $1200 + 432 = 1632$ mg aus (wenn der natürliche Gehalt des Bodens an Ammoniakstickstoff mit einbegriffen wird). Dies stimmt also so nahe, wie man nur wünschen kann, mit dem oben genannten Betrage überein, wenn Rücksicht genommen wird auf die möglichen Fehlerquellen (bei der Probeentnahme usw.), die hier mitspielen können.

In unten stehendem Diagramm ist der Verlauf bei der Nitrifikation im Kontrollgefäß und bei 1% Peptonzusatz graphisch dargestellt, während zugleich das Steigen und Fallen des Ammoniakstickstoffs durch eine Kurve ausgedrückt ist. Dieses Diagramm kann ja als typisch für die Peptonversuche angesehen werden.

Dasselbe Verhältnis tritt auch bei Zusatz von 0,25 % Pepton ein. Hier beginnt die Nitrifikation, wenn der Gehalt an Ammoniakstickstoff bis auf ungefähr 700 mg pro kg gestiegen ist. Der aus dem Pepton, dem $(NH_4)_2SO_4$ und dem Boden selbst mobilisierbare Vorrat an Ammoniakstickstoff beträgt 732 mg.



Diagramm, welches die Zunahme an Salpeterstickstoff und Ammoniakstickstoff in den Gefäßen mit $(NH_4)_2SO_4$ allein und mit $(NH_4)_2SO_4$ + 1 % Pepton darstellt.

Völlig dasselbe Verhältnis findet bei den Denitrifikationsversuchen statt. Auch hier beginnt die Nitrifikation in den Peptongefäßen nicht eher, als bis alles Pepton vollständig mineralisiert ist, was bei 1 % Peptonzusatz eintritt, wenn der Gehalt an Ammoniakstickstoff 1260 mg pro kg Boden beträgt. Hier läßt sich nämlich aus dem Pepton 1200 mg und aus dem Boden an und für sich ungefähr 55 mg, insgesammt 1255 mg Stickstoff gewinnen. Eine bessere Übereinstimmung kann nicht verlangt werden.

Das zweite interessante Verhältnis, welches aus Tabelle XI hervorgeht, ist dieses, daß die Nitrit- und die Nitratbildung stets fast gleichzeitig beginnen. Man möchte wohl geneigt sein, zu glauben, daß bei einem so hohen Gehalt an Ammoniak, wie der ist, der durch 1 % Peptonzusatz zuwege gebracht wird, die Nitratbakterien es schwer haben würden, einige Wirksamkeit zu entwickeln, uud daß anfangs die Nitritbakterien eine Zeitlang das Feld allein beherrschen würden. Die Nitritreaktionen zeigen indessen mit aller wünschenswerten Deutlichkeit, daß die Nitrit- und die Nitratbildung nahezu gleichzeitig beginnen und daß

keine dieser beiden Bakteriengruppen eher eingreift, als bis die bei der Spaltung der komplexen Polypeptiden (des Peptons) entstandenen Aminosäuren und andere stickstoffhaltige Zersetzungsprodukte völlig bis zur letzten Stufe — dem Ammoniak — zersetzt sind. Nachdem die Nitrifikation eine Zeitlang kräftig in Gang gewesen ist, nimmt die Nitritreaktion an Intensität ab, was ja mit dem übereinstimmt, was man früher gefunden hat.

Die Nitritreaktion dient hier auch dazu, weiterhin zu beweisen, daß es sich in der Denitrifikationsserie um eine wirkliche Denitrifikation handelt. Beim Ansetzen des Versuchs haben wir ja eine deutliche Nitritreaktion, welche indessen schon nach 3 Tagen zugleich mit dem Salpeterstickstoff gänzlich verschwunden ist, und die Reaktion bleibt nun aus, bis die Nitrifikation wieder in Gang kommt. Dieses zeigt, daß es sich hier nicht um eine nur zum Teil stattfindende Denitrifikation, d. h. zu Nitrit, handelt, sondern um eine direkte Denitrifikation unter Freimachung von freiem Stickstoff.

Dieselben Verhältnisse, die, wie sich gezeigt hat, bei Peptonzusatz eintreten, kommen auch bei Zusatz von Dextrose zur Erscheinung. Bei 0,1 % Dextrose ist die Hemmung der Nitrifikation so unbedeutend, daß die Nitritreaktion nie verschwindet, aber bei 1 % Dextrose beginnt die Nitritbildung zugleich mit der Nitratbildung. Mit allergrößter Wahrscheinlichkeit beginnt auch hier die Wirksamkeit der Salpeterbakterien nicht eher, als bis die Zersetzungsprodukte der Dextrose, d. h. die organischen Säuren, selbst weiter zersetzt worden sind. Aber dies kann ja aus unsern Versuchen nicht hervorgehen, so wie diese bisher angeordnet worden sind. Besondere Untersuchungen, zu dem Zweck, diese Verhältnisse zu erforschen, wurden folgendermaßen veranstaltet: Zwei Gefäße wurden wie gewöhnlich mit je 5 kg Boden beschickt; sodann wurde der Boden mit 2 g $(NH_4)_2SO_4$ pro kg versetzt. In die eine Flasche wurde außerdem 1 % Dextrose eingemischt. In regelmäßigen Zwischenzeiten, im allgemeinen nach 3 Tagen, wurden darauf Proben aus diesen Flaschen entnommen, wobei teils auf Salpeterstickstoff, teils auch auf Gehalt an flüchtigen Fettsäuren untersucht wurde, da ja das vorletzte Stadium bei der Zersetzung des Zuckers von flüchtigen Fettsäuren bewerkstelligt werden muß. Diese werden dann weiter zu CO_2 und Wasser oxydiert. In dem Augenblick, in dem die flüchtigen Fettsäuren aus dem Boden verschwinden oder, richtiger gesagt, auf die in dem betreffenden Boden normal vorkommende Menge hinabgehen, ist also die Zersetzung des Zuckers vollständig, und die Mineralisierung desselben vollendet. Zu dieser Bestimmung von flüchtigen Fettsäuren

benutzten wir die Weldesche Methode[1]), bei welcher die Destillation nach Zusatz von Phosphorsäure im Vacuum stattfindet, indem gleichzeitig Wasserdampf hineingeleitet wird. Hierdurch werden die flüchtigen Säuren nahezu quantitativ in die Vorlage übergeführt, während die Milchsäure vollständig im Destillationskolben zurückbleibt. Außer auf den Gehalt an Salpeterstickstoff und an flüchtigen Fettsäuren wurde der Boden auf qualitativ auf Nitrit nach derselben Methode untersucht, die vorhin beschrieben worden ist, sowie auf Dextrose mittels Fehlingscher Lösung.

Der ausgeführten Versuche waren zwei, von welchen bei dem einen derselbe Boden wie bei allen vorhergehenden Versuchen angewandt wurde, während man zu dem andern, um die Verhältnisse zu variieren, einen andern Boden von einem ganz andern Teile von Experimentalfältet, einen schweren Lehmboden, nahm.

Die Versuchsresultate sind in den Tabellen XII und XIII wiedergegeben.

Obwohl beide Versuche ganz verschiedene Resultate hinsichtlich der Intensität der Nitrifikation und der absoluten Mengen an gebildeten flüchtigen Fettsäuren ergeben haben, so gehen doch die Resultate in durchaus derselben Richtung und zwar in der Weise, daß es sich deutlich zeigt, daß in beiden Fällen die Salpeterbildung nicht eher beginnt, als bis die Zersetzung der Dextrose vollständig ist, d. h. als bis auch die flüchtigen Fettsäuren verschwunden sind.

In beiden Versuchen ist der Zucker nach 7—8 Tagen verschwunden. Untersuchungen auf Milchsäure sind in der Regel nicht vorgenommen worden. Nur bei Versuch XIII wurde nach 23 Tagen eine qualitative Prüfung auf Milchsäure in der Weise veranstaltet, daß 100 g Boden aus Gefäß II, nachdem derselbe mit etwas Phosphorsäure versetzt worden war, in einem Soxhletschen Extraktionsapparat 8 Stunden lang mit Äther extrahiert wurde. Sobald der Äther abgedunstet war, wurde eine Reaktion auf Milchsäure nach Fletcher-Hopkins[2]) vorgenommen, aber mit negativem Resultat. Die möglicherweise gebildete Milchsäure war also bei diesem Zeitpunkt schon zersetzt. Die verschiedenen Stadien der Zersetzung der Dextrose im Boden genauer zu verfolgen, ist indessen nicht meine Absicht gewesen, sondern ich habe, wie gesagt,

---

[1]) Siehe Barthel, Methoden zur Untersuchung von Milch und Molkereiprodukten. 2. Auflage, Leipzig 1911, S. 276.

[2]) Fletcher-Hopkins, Journ. of Physiol., Bd. 35, 1907, p. 247. Siehe außerdem: Parnas, Biochem. Zeitschr., Bd. 38, 1912, S. 58.

Tabelle XII. Derselbe Boden wie vorher.

Gefäß-Nr.	Zusatz pro kg Boden		Anzahl der Tage 0	5	8	15	19
I	2 g $(NH_4)_2SO_4$	Salpeter-N	2,0	11,9	26,1	33,3	47,5
		Flüchtige Fettsäuren, ccm $^n/_{10}$ Lauge pro kg Boden	—	—	—	—	—
		Nitritreaktion	(+)	(+)	+	(+)	+
		Zuckerreaktion	—	—	—	—	—
II	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 10 g Dextrose	Salpeter-N	—	0,0	0,7	0,7	4,8
		Flüchtige Fettsäuren, ccm $^n/_{10}$ Lauge pro kg Boden	2,5	7,8	24,0	12,7	3,8
		Nitritreaktion	+	(+)	+	++	+++
		Zuckerreaktion	++	++	(+)	—	—

Tabelle XIII. Schwerer Lehmboden.

Gefäß-Nr.	Zusatz pro kg Boden		Anzahl der Tage 0	4	8	14	19	23	29	32	37	46
I	2 g $(NH_4)_2SO_4$	Salpeter-N	0,5	5,1	10,3	17,9	20,5	20,5	36,0	36,1	76,7	127,9
		Flüchtige Fettsäuren, ccm $^n/_{10}$ Lauge pro kg Boden	—	5,2	—	—	—	—	—	—	—	—
		Nitritreaktion	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	+	(+)	(+)	(+)
		Zuckerreaktion	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
II	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 10 g Dextrose	Salpeter-N	—	—	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	5,1
		Flüchtige Fettsäuren, ccm $^n/_{10}$ Lauge pro kg Boden	3,6	4,6	62,8	51,8	20,2	15,7	13,3	10,6	1,9	—
		Nitritreaktion	—	(+)	—	(+)	(+)	(+)	+	+++	+++	+++
		Zuckerreaktion	+++	+++	(+)	—	—	—	—	—	—	—

nur konstatieren wollen, daß die Salpeterbildung nicht eher eintritt, als bis diese Zersetzung vollständig abgeschlossen ist.

Der Boden, der zu Versuch XIII angewandt worden ist, hat offenbar nicht dasselbe kräftige Nitrifikationsvermögen, wie der von uns vorher angewandte Boden. Wir finden weiter, daß bei der Langsamkeit, mit der die Nitrifikation bei Boden XIII vor sich geht, die Nitritreaktion in Gefäß II beträchtlich vor der Nitratbildung beginnt. Es scheint also, als ob das hier oben nachgewiesene Verhältnis, daß die Nitrit- und die Nitratbildung nahezu gleichzeitig beginnen, nur für kräftig nitrifizierende Böden Geltung habe, während bei Böden mit schwächerer Nitrifikationskraft die Nitritbildung der Nitratbildung vorangeht.

Nach Versuch X und XI zu urteilen, hat der Zusatz von kleinen Mengen Dextrose (0,1 %) keinen günstigen Einfluß auf die Nitrifikation gehabt, sondern umgekehrt eine deutliche Hemmung verursacht. Noch eine Versuchsserie wurde indessen mit Zusatz von kleinen Mengen Dextrose, nämlich resp. 0,1, 0,3, 0,5 %, veranstaltet, und hierbei wurden, im Gegensatz zum Vorhergehenden, Resultate erlangt, die besser mit den von v. Bazarewski, Coleman u. a. erhaltenen übereinstimmen.

Diese Resultate gehen aus Tabelle XIV hervor.

Tabelle XIV.

mg Salpeter-N pro kg Boden.

Gefäß-Nr.	Zusatz pro kg Boden	Anzahl der Tage								
		0	7	14	21	28	35	42	49	56
I	2 g $(NH_4)_2SO_4$ . .	1,5	17,4	24,6	29,7	50,0	61,7	99,5	73,8	136,0
II	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 1 g Dextrose . . .	—	17,4	24,9	54,5	62,1	68,2	99,2	61,8	87,3
III	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 3 g Dextrose . . .	—	3,8	12,4	34,6	39,8	61,9	68,4	99,2	112,0
IV	2 g $(NH_4)_2SO_4$ + 5 g Dextrose . . .	—	0,0	0,1	0,6	7,5	19,9	22,4	35,2	43,7

Hier ist deutlich bei Zusatz von nur 0,1 % Dextrose eine Steigerung der Nitrifikation während der zweiten, dritten und vierten Woche eingetreten, während in der sechsten und siebenten Woche statt dessen ein Sinken wahrzunehmen ist. Auch Coleman[1]) hat hervorgehoben,

[1]) Coleman, a. a. O.

daß die Steigerung der Nitrifikation bei Zusatz kleiner Mengen Dextrose sich meistens in der zweiten und dritten Woche bemerkbar macht, um später oft in eine Abnahme überzugehen, was auf einer eintretenden Denitrifikation beruht. Aber schon bei 0,3 % Dextrose tritt bei unserm Versuch keine Zunahme der Nitrifikation mehr ein, sondern im Gegenteil eine Hemmung. Allerdings ist die Menge Salpeterstickstoff hier, nach 21 Tagen, um einige Millimeter höher als in dem Kontrollgefäß, aber diese einzige Ausnahme beruht offenbar auf einem Zufall. Bei 0,5 % Dextrose ist in Übereinstimmung mit unseren früheren Resultaten die Hemmung schon sehr kräftig. In einem Fall von dreien haben wir also die Angaben v. Bazarewskis und Colemans bestätigen können. Indessen ist zu beachten, daß diese beiden Forscher unter ganz anderen Verhältnissen gearbeitet haben als ich, nämlich insofern, als sie den Boden in einer sehr dünnen Schicht auf Tellern ausgebreitet hielten, während derselbe ja bei unsern Versuchen in tiefen Gefäßen aufbewahrt wurde. In dem erstern Fall wird natürlich eine bedeutend kräftigere Durchlüftung des Bodens bewirkt; ob sich aber auf diese Weise die Verhältnisse den natürlichen mehr annähern, will ich dahingestellt sein lassen. Daß die Durchlüftung in den Gefäßen unter allen Verhältnissen völlig hinreicht, um eine lebhafte Nitrifikation zu gestatten, haben wir ja konstatiert.

Die Ursache dieser zuweilen eintretenden Zunahme der Nitrifikation bei Zusatz sehr kleiner Mengen Dextrose wird wohl schwerlich anders zu erklären sein, denn als eine Reizwirkung.

Zusammenfassung.

Die Resultate, zu denen wir bei unseren Versuchen gelangt sind, bestätigen in gewissen Beziehungen die Untersuchungen, die von anderen Forschern in betreff dieser Fragen ausgeführt worden sind; sie können aber andererseits auch dazu beitragen, in mancherlei Hinsicht die Auffassung von der Einwirkung der organischen Stoffe auf die Nitrifikation, die während der letzten Zeit geltend gewesen ist, zu modifizieren.

Was zunächst die stickstoffhaltigen organischen Stoffe angeht, so fand schon Coleman, daß Pepton und Harnstoff auch in kleinen Mengen (0,75 % Harnstoff und 0,5 % Pepton) stark hemmend auf die Nitrifikation einwirkten.

Stevens und Withers[1]), welche die Wirkung von Pepton im Boden und in Lösung verglichen, fanden im Boden nach 28 Tagen eine

[1]) Stevens und Withers, Centralbl. f. Bakt., II. Abt., Bd. 27, 1910, S. 169.

Abnahme des Salpeterstickstoffs, welche in direktem Verhältnis zu der zugesetzten Peptonmenge (0,8—5,0 %) stand, während nach 112 Tagen eine entsprechende Zunahme eingetreten war, welche mit den gesteigerten Peptondosen stieg. In Omelianskis Lösung hingegen wirkte auch der geringste Peptonzusatz absolut hemmend, solange die Versuche währten. Bei den Bodenversuchen haben die amerikanischen Forscher nur die beiden oben genannten Analysen nach resp. 28 und 112 Tagen ausgeführt, wodurch sie nicht ein so vollständiges Bild von dem hemmenden Einfluß des Peptons haben erhalten können, wie sich ein solches aus unseren Versuchen ergibt. Aus den Schlüssen, die sie aus ihren Untersuchungen ziehen, bei welchen auch Versuche mit Baumwollsaatmehl einbegriffen waren, geht hervor, daß nach ihrer Ansicht im allgemeinen organische Stoffe nicht den beträchtlich hemmenden Einfluß auf die Nitrifikation haben, den man vorher hat glaublich machen wollen.

Unsere eigenen Untersuchungen zeigen indessen deutlich, daß man die Einwirkung der stickstoffhaltigen organischen Stoffe auf die Nitrifikation nach der Leichtigkeit, mit der die in denselben vorhandenen Verbindungen umgesetzt werden, sowie nach ihrer Löslichkeit beurteilen muß. Während so das leichtlösliche Pepton stets eine kräftige Hemmung der Salpeterbildung bewirkt, hat der Dünger nur einen sehr unbedeutenden Einfluß dieser Art, was, wie man mit größter Wahrscheinlichkeit annehmen kann, auf der für die Mikroorganismen verhältnismäßig schwer zugänglichen Form beruhen muß, in der die Hauptmasse des Stickstoffs des Düngers sich befindet. Bei den Denitrifikationsversuchen, bei welchen der Dünger stets kräftig denitrifizierend gewirkt hat, ist auch diejenige Salpeterbildung auf Kosten des in dem Dünger vorhandenen Stickstoffs, die späterhin erfolgen wird, ausgeblieben, solange unsere Versuche gedauert haben. Dieselbe muß jedoch natürlich in Gang kommen können, wenn die Stickstoffverbindungen des Düngers endlich hinreichend zersetzt sind. Besondere Versuche hierüber sind gegenwärtig auch im Gange. Was den Einfluß der leichtlöslichen organischen Stickstoffverbindungen auf die Nitrifikation angeht, so ist ja deutlich aus unseren Versuchen hervorgegangen, daß, je schneller die betreffende Verbindung zersetzt wird, desto schneller auch die von derselben verursachte Hemmung der Salpeterbildung vorübergeht. Bei Gegenwart leichtlöslicher organischer Stickstoffverbindungen kommt indessen keine Nitrifikation in Gang, ehe die organischen Stoffe vollständig mineralisiert sind.

Lemmermann, Fischer und Heinitz[1]) haben bei ihren Untersuchungen über das Nitrifikationsvermögen verschiedener Böden dieses auch bei Zusatz von Blutmehl allein studiert. Sie fanden hierbei, daß die Nitrifikation parallel mit der Zersetzung des Blutmehls ging, was ja gegen unsere Auffassung zu streiten scheint, aber man muß in Betracht ziehen, daß die Stickstoffverbindungeu des Blutmehls sich nur langsam zu Ammoniak zersetzen; es ist aber sehr wahrscheinlich, daß bei diesem langsamen und mit Schwierigkeit vor sich gehenden Prozeß die Salpeterbakterien nach und nach dazu gelangen, die kleinen Mengen gebildeten Ammoniaks zu nitrifizieren, weil hier niemals gleichzeitig eine erhebliche Menge leichtlöslicher Stickstoffverbindungen gegenwärtig ist.

Was die leichtlöslichen, stickstofffreien organischen Verbindungen, wie Dextrose usw. angeht, so ergibt sich aus unseren Versuchen, daß auch diese, selbst in kleinen Mengen, einen deutlich hemmenden Einfluß auf die Nitrifikation haben, während sie zugleich kräftig fördernd auf die Denitrifikation wirken. Auch hier kommt keine Nitrifikation in Gang, ehe die organischen Stoffe vollständig zersetzt sind. Daß die Gegenwart äußerst kleiner Mengen Dextrose (0,1 %) zuweilen in entgegengesetzter Richtung zu wirken vermag, kann ja, wie sich wohl annehmen läßt, auf einer Reizwirkung beruhen.

Kurz gesagt, unsere Versuche haben erwiesen, daß, wenn man in den letzten Jahren immer allgemeiner zu der Ansicht gekommen ist, daß die organischen Stoffe nicht den hemmenden Einfluß auf die Nitrifikation haben, den man zuerst auf Grund der Versuche von Winogradski und Omelianski ihnen beizumessen geneigt war, dieses nur insofern zutrifft, als schwerlösliche organische Stoffe nur eine geringe oder gar keine solche Einwirkung haben, während leichtlösliche organische Stoffe, besonders die stickstoffhaltigen, stets schädlich einwirken, und daß tatsächlich hier eine Nitrifikation (des zugesetzten Ammoniumsulfats) nicht eher in Gang kommt, als bis diese Stoffe vollständig zersetzt sind.

An den vorliegenden Untersuchungen haben sich auch die Assistenten E. Sandberg und N. Bengtsson beteiligt.

---

[1]) Lemmermann, Fischer und Heinitz, Versuche über Stickstoffzersetzung in verschiedenen Böden. Landw. Jahrbücher, Bd. 41, 1911, S. 755.

Literaturliste der im 2. Halbjahre 1912 erschienenen Arbeiten auf dem Gebiete der landwirtschaftlichen Bakteriologie.

Von Professor Dr. **F. Löhnis.**

A. Futtermittel- und Molkerei-Bakteriologie.

Angelici, G. Sul potere bioriduttore del latte inguinato. La Clin. veter., **34**, 1912, S. 388.

Auerbach, N. Pasteurisieren oder Kochen der Milch im Großbetriebe? Deutsche medic. Wochenschr., **38**, 1912, S. 1461—1462, m. 1 Abb.

Aufsberg, Th. Das Reifen der Milch für die Käserei. Molk.-Ztg., Hildesheim, **26**, 1912, S. 1353—1354.

Baer, A. C. The milk sediment test and its applications. Wisconsin Agric. Exp. Stat. Circ. Inform., **41**, 1912, 17 S., 12 Fig.

Barthel, Chr. und **Jensen, Orla.** Über internationale Methoden zur Beurteilung der Milch. Milchw. Zentralbl., **41**, 1912, S. 417—429.

— — Méthodes internationales d'appréciation du lait. Rev. génér. du lait, **9**, 1912, S. 227—234, 241—255.

Belonowski, G. D. Zur Frage über die Säureproduktion der bulgarischen Milchsäure-Mikroben. Milchw. Zentralbl., **41**, 1912, S. 449—454.

Bergey, D. H. Differentiation of cultures of Streptococcus. Journ. Med. Research, **27**, 1912, S. 67—77.

Bickele, H. Die Unterscheidung roher und gekochter Milch. Diss. med. vet., Stuttgart 1912.

Budinoff, L. Einige Daten zur chemischen Zusammensetzung des Emmentaler und russischen Schweizerkäses. Ber. d. bakt.-agron. Station Moskau, **19**, 1912, S. 199—220 [russ. m. dtsch. Zsmfassg.].

Burr, A., Wolff, A. und **Berberich, F. M.** Das Pergamentpapier des Handels. Chemische und mykologische Untersuchungen. Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genußmittel, **24**, 1912, S. 197—227.

Burri, R. Tätigkeitsbericht der schweizer. milchwirtschaftlichen und bakteriologischen Anstalt Bern-Liebefeld. Landw. Jahrb. d. Schweiz, **26**, 1912, S. 469 bis 491.

— Reinkulturen oder Säuremischung beim Labansatz? Schweiz. Milchztg., 1912, Nr. 58, 60, Molk.-Ztg., Berlin, **22**, 1912, S. 387—389.

Carrion et **Sorrel.** Sur la possibilité d'obtenir le ferment lactique desséché et vivant. Bull. génér. de Thérapie, **163**, 1912, S. 494.

Clark, W. M. A study of the gases of Emmental cheese. U. S. Dept. Agric. Bur. Anim. Ind., Bull. **151**, 1912, ref. Rev. génér. du lait, **9**, S. 279.

Cox, G. L., Lewis, F. C. and **Glenn, E. E.** The number and varieties of bacteria carried by the common house-fly in sanitary and insanitary city areas. Journ. Hyg., **12**, 1912, S. 290—319, m. 1 Taf. und 2 Karten.

Distaso, A. Sur la putréfaction intestinale II. Zeitschr. f. Immunitätsforsch., Orig., **13**, 1912, S. 440—460.

Dox, A. W. and **Neidig, R. E.** The volatile aliphatic acids of corn silage. Iowa Agric. Exp. Stat. Research Bull., **7**, 1912, S. 5—32, ref. Exp. Stat. Rec., **28**, S. 608.

Esten, W. M. and **Mason, C. J.** Silage fermentation. Connecticut Storrs Stat. Bull., **70**, 1912, 40 S., m. 3 Fig.

Faitelowitz. Zwei neue Apparate zur Milchuntersuchung. Milchw. Zentralbl., **41**, 1912, S. 690—692.

Fred, E. B. A study on the quantitative reduction of Methylen Blue by bacteria found in milk and the use of this stain in determining the keeping quality of milk. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **35**, 1912, S. 391—428, m. 17 Curven.

— and **Chappelear, G. W.** Bacteriological and chemical methods for determining the quality of milk. Ann. Rep. Virginia Polytechn. Inst. Agric. Exp. Stat. f. 1911/12, S. 206—239.

Freund, W. Joghurtpräparate des Handels. Molk.-Ztg., Hildesheim, **26**, 1912, S. 1468—1470.

— Kefir und Yoghurt. Apotheker-Ztg., 1912, Nr. 101 (S.-A.).

Frick, J. Untersuchungen über den Einfluß der Leukozytenzahl und der Entzündungsprodukte auf die Reaktion der Milch. Diss. med. vet., Stuttgart 1912.

G. Neuerungen auf dem Gebiete der hygienischen Milchuntersuchung. Mitt. d. Milchw. Ver. im Allgäu, **26**, 1912, S. 281—282.

Gale, W. H. Making yoghurt from milk in Levant. U. S. Daily Cons. and Trade Repts., **15**, 1912, S. 423.

Geiger. Beurteilung der Milch auf Frische und Haltbarkeit. Mitt. d. Milchw. Ver. im Allgäu, **26**, 1912, S. 251—252.

Gooren, G. L. J. Hygienische Untersuchungen der Handelsmilch. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **35**, 1912, S. 625—646.

Gorini, C. Studi sulla fabbricazione razionale dei formaggi. Relazione nona (Anno 1911—1912). Estratto dal Bolletino del Minist. di Agricoltura, **9**, 1912, Ser. C, fasc. 7—9.

— Studien über die rationelle Herstellung des Parmesan-(Grana-)Käses. 3. Bericht. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **36**, 1912, S. 42—53; Milchw. Zentralbl., **41**, 1912, S. 641—650.

Goslings, N. Bacterium pituitoso-coeruleum n. sp. Mededeel. Land-, Tuin-en Boschbouwschool Wageningen, **5**, 1912, S. 240—252.

Griebel, C. Beiträge zur Überwachung des Verkehrs mit Yoghurt und Yoghurt-Präparaten. Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genußmittel, **24**, 1912, S. 541—557, m. 3 Taf.

Harden, A. and **Lane-Claypon, J. E.** Occurrence of ferments in the sterile milk collected by milking tubes from cows and goats. Journ. Hyg., **12**, 1912, S. 144—151.

Hart, E. B. and **Willaman, J. J.** Volatile fatty acids and alcohols in corn silage. Journ. Americ. Chem. Soc., **34**, 1912, S. 1619—1625.

Hastings, E. G., Evans, A. C. and **Hart, E. B.** The bacteriology of Cheddar cheese. U. S. Dept. Agric. Bur. Anim. Ind., Bull. **150**, 1912.

— — — Studies on the factors concerned in the ripening of Cheddar cheese. Wisconsin Agric. Exp. Stat. Research Bull., **25**, 1912, 54 S., 6 Fig.

Henneberg, W. Natürliche Reinzucht und die Yoghurt-Bereitung. Zeitschr f. Spiritus-Ind., 1912, Nr. 30—32.

Hesse, A. und **Kooper, W. D.** Zur Frage der Fermentnatur der Peroxydase. Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genußmittel, **24**, 1912, S. 301—309.

Huyge, C. La stérilisation du lait par les rayons ultra-violets. Ann. de la Stat. agron. Gembloux, 1912, S. 201—214.

Jensen, Orla. Maelkeri-Bakteriologi. Kobenhavn, 1912, 136 S., m. 53 Fig.

Kendall, A. J. and Farmer, Ch. J. Studies in bacterial metabolism. VII. Journ. Biolog. Chemistry, **13**, 1912, S. 63—70, m. 9 Curven.

Keyes, F. C. and Gillespie, L. J. A contribution to our knowledge of the gas metabolism of bacteria. I. The gaseous products of fermentations of dextrose by B. coli, by B. typhosus and by Bact. Welchii. Journ. Biolog. Chemistry, **13**, 1912, S. 291—303.

— — A contribution to our knowledge of the gas metabolism of bacteria. II. The absorption of oxygen by growing cultures of B. coli and of Bact. Welchii. Journ. Biolog. Chemistry, **13**, 1912, S. 305—310.

Kindraczuk, W. Huslanka und Yoghurt und die Vergleichung der Säuerungserreger der beiden Sauermilchsorten. Österr. Molk.-Ztg., **19**, 1912, S. 257.

Klein, A. L. and Campbell, H. C. Use of the fermentation test in dairy inspection. Americ. Veterin. Review, **42**, 1912, S. 25—33.

Koppely, G. Schnittesäuerung mittels Vindobona-Pülpe. Wiener landw. Ztg., **62**, 1911, S. 997—998.

Kornauth, K. Fadenziehendes Brot. Monatshefte f. Landw., **5**, 1912, S. 307—309.

Koroleff, S. A. Über die Wechselwirkung einiger Milchsäurebakterien bei ihrer gleichzeitigen Einwirkung auf Milch. Ber. d. bakt.-agron. Station Moskau, **19**, 1912, S. 20—50 [russ. m. deutsch. Zsmfssg.].

Kossowicz, A. Die Verwendung von Milchsäure und Milchsäurebakterien bei der Gurkensäuerung. Zeitschr. f. Gärungsphysiol., **2**, 1912, S. 78—80.

Liska, A. Käsefabrikation aus pasteurisierter Milch. Milchw. Zentralbl., **41**, 1912, S. 481—485.

Lobeck, O. Ein neues Verfahren zur Herstellung einwandfreier Trinkmilch. Deutsche med. Wochenschr., **38**, 1912, S. 2082—2083.

Martel, H. La production et le controle sanitaire du lait destiné aux Parisiens. Ann. d'hyg. et de méd. leg., [4] **18**, 1912, S. 344—360.

Methods and standards for the production and distribution of certified milk. Publ. Health and Mar. Hosp. Serv. U. S. Publ. Health Repts., **27**, 1912, S. 947 bis 961, ref. Exp. Stat. Rec., **28**, S. 277.

Metzger, K. Untersuchungen über die Alkoholprobe bei Milch von kranken Kühen. Diss. med. vet., Stuttgart 1912.

Michalowsky, N. P. Über den neuen Apparat zur Unschädlichmachung der Milch nach Dr. F. Hering. Ber. d. bakt.-agron. Station Moskau, **19**, 1912, S. 51—66 [russ. m. deutsch. Zsmfassg.].

— Einige Bemerkungen anläßlich des Wiener Präparates „Joghurtogen“ und über das Vorkommen des sogenannten „Bacillus bulgaricus“ in Moskauer roher Milch. Ber. d. bakt.-agron. Station Moskau, **19**, 1912, S. 131—144 [russ. m. deutsch. Zsmfassg.].

Naray, A. Ein neues, gelben Farbstoff erzeugendes Bacterium in der Milch (Bacterium chromoflavum). Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **35**, 1912, S. 222—233.

Noack, K. Beiträge zur Biologie der thermophilen Organismen. Jahrb. f. wiss. Bot., **51**, 1912, S. 593—648.

Northrup, Z. The influence of certain acid-destroying yeasts upon lactic bacteria. Michigan Agric. College Exp. Stat. Technical Bull., **15**, 1912.

Ostertag, R. Kontrolle der Gewinnung und des Verkehrs mit Säuglingsmilch. Zeitschr. f. Fleisch- u. Milchhyg., **23**, 1912, S. 1—3, 25—29, 49—52; Molk.-Ztg., Berlin, **22**, 1912, S. 553—554, 565—567.

Pallmann, K. Die Milch-Labhemmprobe. Diss. med. vet., Stuttgart 1912.

Pantanelli, E. Principali fermentazioni dei prodotti agrari (Biblioteca Vallardi) 1912. VIII + 363 S., m. 81 Illustr.

Piorkowski. Yoghurt-Glykobakterium. Pharmaz. Ztg., **57**, 1912, S. 876.

Raebiger, H. Yoghurt-Milch. Landw. Mitt. f. d. Prov. Sachsen, 1912, S. 21—23.

Raubitschek, H. Zur Frage der fäkalen Ausscheidung darmfremder Bakterien. Arch. f. patholog. Anatomie, **209**, 1912, S. 209—220.

Rogers, L. A. and **Davis, B. J.** Methods of classifying the lactic-acid bacteria. U. S. Dept. Agric. Bur. Anim. Ind. Bull., **154**, 1912.

Rosenau. M. J. The Milk Question. XIV + 309 S., 17 Taf., 6 Fig. Boston (Houghton, Miffin Co.) 1912.

Rossi, G. Quinto contributo allo studio della macerazione della canapa. Relazione sugli esperimenti eseguiti sulla canapa in Francia nel 1911 col metodo di macerazione del Laboratorio. Ann. R. Scuola Sup. d'Agric. Portici, **11**, 1912, S.-A., 50 S.

Rühmekorf. Zur Milchkontrolle in Leipzig. Zeitschr. f. Fleisch- u. Milchhyg., **22**, 1912, S. 352—356.

Sadler, W. Bacteria as friends and foes of the dairy farmer. London 1912, 128 S.

Savage, W. G. Milk and the public health. XVIII + 459 S., 35 Fig. London (Macmillan & Co.) 1912.

Scheermesser, W. Eine neue Methode zur Konservierung lebender Kefirpilze (Naßkultur). Pharmaz. Ztg., **57**, 1912, S. 977—978.

Schnell, E. Die auf Produkten der Landwirtschaft und der landwirtschaftlichen Gewerbe vorkommenden Oospora (Oidium) lactis-Varietäten. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **35**, 1912, S. 1—76, m. 6 Tafeln.

Schöne, A. Mikrobenflora der rohen, gesäuerten und getrockneten Rübenschnitzel in ihrer Beziehung zur Beschaffenheit der Milch. Centralbl. f. Zuckerind., **20**, 1912, S. 1338.

Scholl, A. Über Yoghurt. Festschr. d. med. naturw. Gesellsch. 84. Vers. dtsch. Naturf. und Ärzte. Münster 1912, S. 112—122.

Schorer, E. H. and **Rosenau, M. J.** Tests of the efficiency of pasteurization of milk under practical conditions. Journ. Medic. Research, **26**, 1912, S. 127—158.

Skar, O. Eine schnelle und genaue Methode für Zählung von Bakterien und Leukozyten. Milchw. Zentralbl., **41**, 1912, S. 454—461, 705—712.

Sommerfeldt, S. Beitrag zur Bestimmung des Keimgehalts in der Milch. Diss. med. vet., Leipzig 1912.

Sperlich, A. Über Salztoleranz bezw. Halophilie von Bakterien der Luft, der Erde und des Wassers. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **34**, 1912, S. 406—430.

Spieckermann, A. Beiträge zur Biologie der Fettzersetzung. Festschr. d. med.-nat. Gesellsch., Münster. 84. Vers. Dtsch. Naturf. und Ärzte, 1912, S. 94—111.

Splittgerber, A. Über den gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse von den Peroxydasen, Katalasen und Reduktasen der Milch. Pharmaz. Centralhalle, **53**, 1912, S. 1289—1296, 1324—1328, 1361—1368, 1390—1394, 1421—1425, 1443—1450.

Thornton, W. M. The electrical conductivity of bacteria, and the rate of sterilisation of bacteria by electric currents. Proceed. Roy. Soc. [B], **85**, 1912, S. 331—344.

Trillat, A. et **Fouassier, M.** Action des doses infinitésimales de diverses substances alcalines, fixes ou volatiles, sur la vitalité des microbes. Compt. rend. hebd. de l'Acad. Paris, **155**, 1912, S. 1184—1186.

Trommsdorff, R. Über den gegenwärtigen Stand der Mastitisfrage in ihrer Beziehung zur Milchhygiene. Centralbl. f. Bakt., I. Abt., Orig., **66**, 1912, S. 505—515.

Ulmann, H. Untersuchungen von Milch euterkranker Kühe auf ihren Enzymgehalt. Diss. med. vet., Stuttgart 1912.

Vollrath, C. Untersuchungen über den Einfluß äußerer und innerer Krankheiten auf den Enzymgehalt der Milch. Diss. med. vet., Stuttgart 1912.

Walker, E. W. A. Further observations on the variability of streptococci in relation to certain fermentation tests, together with some considerations bearing on its possible meaning. Proceed. Roy. Soc. London [B], **85**, 1912, S. 400—412.

Whittaker, H. A. A synthetic milk medium. Americ. Journ. Publ. Health, **2**, 1912, S. 162 (ref. Experim. Stat. Record, **27**, S. 74).

— and **Mohler, B. M.** The sterilization of milk bottles with calcium hypochlorite. Americ. Journ. Publ. Health, **2**, 1912, S. 282—287 (ref. Experim. Stat. Record, **27**, S. 282).

Willeke, H., Schellbach, H. und **Jilke, W.** Mitteilungen aus der Praxis der Milchkontrolle. I. Wasserstoffsuperoxydhaltige Milchkonservierungsmittel. Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genußmittel, **24**, 1912, S. 227—239.

Wolff, A. Säuerungsbakterien, insonderheit Milchsäurelangstäbchen und Propionsäurebildner in Molkereiprodukten, speziell in den verschiedenen Käsesorten. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **34**, 1912, S. 494—540, m. 18 Textfig.

Wollman, E. Recherches sur les microbes amylolytiques de l'intestin. Ann. de l'Inst. Pasteur, **26**, 1912, S. 610—624.

B. Dünger- und Boden-Bakteriologie.

Agulhon, H. et **Sazerac, R.** Activation de certains processus d'oxydation microbiens par les sels d'urane. Compt. rend. hebd. de l'Acad. Paris, **155**, 1912, S. 1186 bis 1188.

Aladjem, R. Decomposition of nitrates as a possible cause of formation of carbonate of soda in Egyptian soils. Cairo Scientif. Journ., **6**, 1912, S. 301—302; ref. Exp. Stat. Record, **28**, S. 719.

Albrecht. Über die Wirkung des Impfens bei Rotklee. Prakt. Blätter f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz, **10**, 1912, S. 32.

Alvisi, N. e **Orabana, M.** Sul comportamento di Perclorati e Clorati, Nitrati e Nitriti, in alcuni esperimenti di Chimica biologica e sul potere riducente de' tubercoli radicali delle Leguminose (es. Vicia Faba). Gaz. chimica ital., **42**, 1912, I, S. 565—575.

Arndt, Fr. Bodenhygiene und Gründüngung. Vortr. geh. in d. Ökon. Gesellsch. Kgr. Sachsen. Dresden, 6. XII. 1912.

Bassalik, K. Über Silikatzersetzung durch Bodenbakterien. 1. Mitteilung. Zeitschr. f. Gärungsphysiol., **2**, 1912, S. 1—32.

Bertrand, G. Sur le rôle des infiniment petits chimiques en agriculture. Ann. Inst. Pasteur, **26**, 1912, S. 852—867.

Boullanger, E. et **Dugardin, M.** Mécanisme de l'action fertilisante du soufre. Compt. rend. hebd. de l'Acad. Paris, **155**, 1912, S. 327—329.

Bottomley, W. Some conditions influencing nitrogen fixation by aerobic organisms. Proceed. Roy. Soc. London [B], **85**, 1912, S. 466—468.

Brown, P. E. Bacteriological studies in field soils. I. The effects of liming. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **35**, 1912, S. 234—248.

— Bacteriological studies in field soils. II. The effect of continuous cropping and various rotations. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **35**, 1912, S. 248—272; Iowa Agric. Exp. Stat. Research Bull., **6**, 1912, S. 213—246.

— and **Smith, R. E.** Bacterial activities in frozen soil. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **34**, 1912, S. 369—385.

Budinoff, L. Bakteriologische Analysen verschiedener Bakterienpräparate zur Bodenimpfung. Ber. d. bakt.-agron. Station Moskau, **19**, 1912, S. 67—103 [russ. m. deutsch. Zsmfassg.].

Burri, R. Die Beziehungen des Luftsauerstoffs zur Harnstoffgärung. Chemikerztg., **36**, 1912, S. 841.

Dale, E. On the fungi of the soil. I. Sandy soil. Ann. mycol., **10**, 1912, S. 452 bis 477, w. 6 plates.

Dvořak, J. Studien über die Stickstoffanhäufung im Boden durch Mikroorganismen. Zeitschr. f. d. landw. Vers.-Wesen in Österreich, **15**, 1912, S. 1077—1121.

Faber, F. C. von. Das erbliche Zusammenleben von Bakterien und tropischen Pflanzen. Jahrb. f. wissensch. Botanik, **51**, 1912, S. 285—375 mit 3 Taf. und 7 Textabb.

Fischer, H. Vom Trocknen des Bodens. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **36**, 1912, S. 346—349.

Fosse, R. Recherches sur l'urée. Compt. rend. hebd. de l'Acad. Paris, **155**, 1912, S. 851—852.

Fousek, A. Über die Rolle der Streptotricheen im Boden. Mitt. d. Hochschule f. Bodenkultur, Wien, **1**, 1912, S. 217—244.

Francé, R. H. Neue Untersuchungen auf dem Gebiete der Bodenkunde. Monatshefte f. Landwirtschaft, **5**, 1912, S. 304—307.

Gainey, P. L. The effect of toluol and CS_2 upon the micro-flora and fauna of the soil. Rep. Missouri Botanical Garden, **21**, 1912, S. 147—169.

Goddard, H. N. Soil fungi. A preliminary report of fungi found in agricultural soil. Michigan Acad. Science Rep., **13**, 1911/12, S. 208—213.

Hanne, R. Die Stickstoffumsetzungen im Boden. Georgine, **5**, 1912, S. 647—648.

Heinze, B. Über Serradellabau und den Anbauwert unter dem besonderen Einflusse von Impfungen. Landw. Mitt. f. d. Prov. Sachsen, 1912, S. 66—68, 69—70, 73—74.

Hoffmann, C. A contribution to the subject of soil bacteriological methods. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **34**, 1912, S. 385—388.

—. Relation of soil bacteria to evaporation. Wisconsin Agric. Exp. Stat. Research Bull., **23**, 1912, S. 183—215 m. 1 Fig.

Hutchinson, C. M. Studies in bacteriological analysis of Indian soils. Mem. Dept. Agric. India. Bacteriolog. Series, **1**, 1912, S. 1—65 w. 6 plates, 2 curves and 2 figures.

Jacobsen, H. C. Die Oxydation von elementarem Schwefel durch Bakterien. Folia microbiol., **1**, 1912, S. 487—496.

Jegoroff, M. A. Über das Verhalten von Schimmelpilzen (Aspergillus niger und Penicillium glaucum) zum Phytin. Zeitschr. f. physiol. Chemie, **82**, 1912, S. 231—242.

Kaserer, H. Einige neue Gesichtspunkte über die Rolle des Humus in der Ackererde. Internat. Mitt. f. Bodenkunde, **1**, 1912, S. 367—375.

Keil, F. Beiträge zur Physiologie der farblosen Schwefelbakterien. Beitr. z. Biol. der Pflanzen, **11**, 1912, S. 335—372.

Kellerman, K. F. and **Mc Beth, J.** The fermentation of cellulose. Centralbl. f. Bakt., II. Abt,, **34**, 1912, S. 485—494 w. 2 plates.

Kelley, W. P. The effects of calcium and magnesium carbonates on some biological transformations of nitrogen in soils. Univ. Calif. Public. Agric. Science, **1**, 1912, S. 39—49.

Kolkwitz, R. Über die Schwefelbakterie Thioploca ingrica Wislouch. Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch., **30**, 1912, S. 662—666.

Kossowicz, A. Die enzymatische Natur der Harnsäure- und Hippursäure-Gärung. 2. Mitteilung. Zeitschr. f. Gärungsphysiol., **1**, 1912, S. 317—319.

—. Die Zersetzung von Harnstoff, Harnsäure, Hippursäure und Glykokoll durch Schimmelpilze. 2. Mitteilung. Zeitschr. f. Gärungsphysiol., **2**, 1912, S. 51—55.

—. Die Zersetzung von Harnstoff, Harnsäure, Hippursäure und Glykokoll durch Schimmelpilze. 3. Mitt. Zeitschr. f. Gärungsphysiol., **2**, 1912, S. 81—83.

—. Die Assimilation von Guanin und Guanidin durch Schimmelpilze. 1. Mitt. Zeitschr. f. Gärungsphysiol., **2**, 1912, S. 84—86.

—. Nitritassimilation durch Schimmelpilze. 1. Mitteilung. Zeitschr. f. Gärungsphysiol., **2**, 1912, S. 55—58.

—. Die Zersetzung der Handelsdünger tierischer Herkunft. Monatshefte f. Landwirtschaft, **5**, 1912, S. 321—332.

Kossowicz, A. und **Gröller, L. von.** Rhodanverbindungen (Schwefelzyanverbindungen) als Kohlenstoff-, Stickstoff- und Schwefelquelle für Schimmelpilze, Sproßpilze (Hefen) und Bakterien. 1. Mitteilung. Zeitschr. f. Gärungsphysiol., **2**, 1912, S. 59—65.

— und **Loew, W.** Vorläufige Mitteilung über das Verhalten von Hefen und Schimmelpilzen zu Natriumthiosulfat. Zeitschr. f. Gärungsphysiol., **2**, 1912, S. 78.

— —. Über das Verhalten von Hefen und Schimmelpilzen zu Natriumthiosulfat. Zeitschr. f. Gärungsphysiol., **2**, 1912, S. 87—103.

Kroulik, A. Über thermophile Zellulosevergärer. Vorläufige Mitteilung. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **36**, 1912, S. 339—346.

Lathrop, E. C. Guanine from a heated soil. Journ. Americ. Chem. Soc., **34**, 1912, S. 1260—1263.

Lieske, R. Untersuchungen über die Physiologie denitrifizierender Schwefelbakterien. Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch., **30**, 1912 [Generalvers. Heft] S. (12)—(22).

Lipman, Ch. B. The distribution and activities of bacteria in soils of the arid region. Univ. California Publications in Agricultural Sciences, **1**, 1912, S. 1—20.

— and **Sharp, L. T.** Toxic effects of „alkali salts" in soils on soil bacteria. III. Nitrogen Fixation. Centralbl. f. Bact., II. Abt., **35**, 1912, S. 647—655.

Lipman, J. G. The associative growth of legumes and non-legumes. New Jersey Agric. Exp. Stats. Bull., **253**, 1912, 48 S.

—. **Blair, A. W., Owen, J. L.** and **McLean, H. C.** The availability of nitrogenous materials as measured by ammonification. New Jersey Agric. Exp. Stat. Bull. **246**, 1912, 36 S.

— — — —. Experiments on Ammonia-formation in the presence of carbohydrates and of other non-nitrogenous organic matter. New Jersey Agric. Exp. Stat. Bull., **247**, 1912, 22 S.

— — — —. Experiments relating to the possible influence of Protozoa on ammonification in the soil. New Jersey Agric. Exp. Stat. Bull., **248**, 1912, 19 S.

— — — —. Conditions affecting the availability of nitrogen compounds in vegetation experiments. New Jersey Agric. Exp. Stat. Bull., **249**, 1912, 23 S.

— — — —. Miscellaneous vegetation experiments. New Jersey Agric. Exp. Stat. Bull., **250**, 1912, 19 S.

— — — —. Factors relaiting to the availability of nitrogenous plant-food. New Jersey Agric. Exp. Stat. Bull., **251**, 1912.

Löhnis, F. Ziele und Wege der bakteriologischen Bodenforschung. Landw. Jahrb., **42**, 1912, S. 751—765.

—. Fortschritte der landwirtschaftlichen Bakteriologie, II. Zeitschr. f. Gärungsphysiol., **1**, 1912, S. 340—370.

Lyon, T. L. and **Bizzell, J. A.** Experiments with reinoculation of steamed soils. Orig. Communic., 8. Intern. Congr. Applied Chemistry, Washington and New York, **15**, 1912, Sect. VII, S. 159—178 w. 4 plates.

Maillard, L. C. Formation d'humus et de combustibles minéraux sans intervention de l'oxygène atmosphérique, des microorganismes, des hautes températures ou des fortes pressions. Compt. rend. hebd. de l'Acad. Paris, **155**, 1912, S. 1554 bis 1556.

Martin, C. H. A note on the protozoa from sick soils, with some account of the life-cycle of Flagellate Monad. Proceed. Roy. Soc. [B], **85**, 1912, S. 393—400 w. 1 pl.

McBeth, J. G. and **Wright, R. C.** Certain factors limiting nitrification. Science [N. S.], **35**, 1912, S. 392.

Mockeridge, Fl. A. Some conditions influencing the fixation of nitrogen by Azotobacter and the growth of the organism. Ann. of Botany, **26**, 1912, S. 871 bis 887.

Molliard, M. Action hypertrophisante des produits elaborées par le Rhizobium radicicola Beijer. Compt. rend. hebd. de l'Acad. Paris, **155**, 1912, S. 1531 bis 1534.

Mooers, C. A., Hampton, H. H. and **Hunter, W. K.** The effect of liming and of green manuring on the soil content of nitrogen and humus. Tennessee Agric. Exp. Stat. Bull., **96**, 1912, S. 25—43, mit 3 Fig. ref. Exp. Stat. Rec., **28**, S. 624.

Moore, G. T. Microorganisms of the soil. Science [N. S.], **36**, 1912, S. 609—616.

Niklas, H. Untersuchungen über den Einfluß von Humusstoffen auf die Verwitterung der Silikate. Diss. phil. München 1912.

Nitsche, P. Die Stickstoffquellen der Landwirtschaft und die Verwertung der Sulfitablauge. Zeitschr. f. angew. Chemie, **25**, 1912, S. 2058—2061.

Paterson, J. W. and **Scott, P. R.** The influence of soil moisture upon nitrification. Journ. Dep. Agric. Victoria. **10**, 1912, S. 275—282, m. 3 Fig.; ref. Exp. Stat. Record, **28**, S. 720.

— —. Influence of certain soil constituents upon nitrification. Journ. Dept. Agric. Victoria, **10**, 1912, S. 393—400, ref. Exp. Stat. Rec., **28**, S. 217.

Peck, S. S. The influence of molasses on nitrification in cane soils. Hawaiian Sugar Planter's Stat., Agric. and Chem. Bull., **39**, 1912, S. 5—25 w. 8 charts, ref. Exp. Stat. Rec., **27**, S. 419.

Pfeiffer, Th. und **Blanck, E.** Der Einfluß einer Zuckergabe auf die Ertragsfähigkeit eines Bodens. Mitt. d. landw. Inst. Breslau, **6**, 1912, S. 601—612.

— —. Der Einfluß einer Zuckergabe auf die Ertragsfähigkeit eines Bodens. 2. Mitteilung. Landw. Vers.-Stat., **78**, 1912, S. 375—388.

Prazmowski, A. Azotobacter-Studien, II. Physiologie und Biologie. Anz. Akad. Krakau, math.-naturw. Kl. [B], 1912, S. 855—950.

Pringsheim, E. G. Kulturversuche mit chlorophyllführenden Mikroorganismen. I. Mitteilung. Die Kultur von Algen in Agar. Beitr. z. Biol. d. Pflanzen, **11**, 1912, S. 305—332.

Rahn, O. Die Bakterientätigkeit im Boden als Funktion von Korngröße und Wassergehalt. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **35**, 1912, S. 429—465.

Rettger, L. F. and **Newell, C. R.** Putrefaction with special reference to the Proteus group. Journ. Biolog. Chemistry, **13**, 1912, S. 341—346.

Ritter, G. A. Die gegenseitige Vermischung von Hochmoorerde und mineralischem Boden und ihre eventuelle praktische Bedeutung insbesondere für die Kultivierung von Hochmoorflächen. Mitt. d. Deutsch. Landw. Gesellsch., **27**, 1912, S. 422—426.

—. Merkwürdigkeiten bezüglich der Salpeterbildung und des Salpetergehaltes im Moor-Boden. (Vorläufige Mitteilung). Internat. Mitt. f. Bodenkunde, **2**, 1912, Heft 5.

—. Über die lediglich chemische Ursache sowie das nähere Wesen der schädigenden Wirkung starker Kalkmengen auf Hochmoorboden. (Vorläufige Mitteilung). Fühlings landw. Ztg., **61**, 1912, S. 593—604.

—. Beiträge zur Kenntnis der niederen pflanzlichen Organismen, besonders der Bakterien, von Hoch- und Niederungsmooren, in floristischer, morphologischer und physiologischer Beziehung. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **34**, 1912, S. 577 bis 666.

Rivas, D. Bacteria and other Fungi in relation to the soil. Contrib. Botan. Labor. Univ. Pennsylvania, **3**, 1912, S. 247—274 (nach Botan. Centralbl., **121**, S. 247).

Robbins, W. W. Algae in some Colorado soils. Colorado Agric. Exp. Stat. Bull., **184**, 1912, S. 24—36, w. 4 plates.

Russell, E. J. and **Golding, J.** Investigations on „sickness" in soil, I. Sewage sickness. Journ. Agric. Science, **5**, 1912, S. 27—47.

— and **Petherbridge, F. R.** Sickness in Glasshouse Soils. Journ. Agric. Science, **5**, 1912, S. 86—111.

Sackett, W. G. The ammonifying efficiency of certain Colorado soils. Colorado Agric. Exp. Stat. Bull., **184**, 1912, S. 3—23, w. 3 figures.

Schreiner, O. and **Lathrop, E. C.** The Chemistry of steam heated soils. Journ. Americ. Chem. Soc., **34**, 1912, S. 1242—1259.

Seaver, F. J. and **Clark, E. D.** Biochemical studies on soils subjected to dry heat. Biochem. Bull., **1**, 1912, S. 413—427.

Severin, S. A. Ein kollektiver Prüfungsversuch von Bakterienpräparaten zur Bodenimpfung. Ber. d. bakt.-agron. Stat. Moskau, **19**, 1912. S. 104—130 [russ. m. deutsch. Zusammenfass.].

Spratt, E. R. The formation and physiological significance of root nodules in the Podocarpineae. Ann. of Botany, **26**, 1912, S. 801—814 w. 4 plates.

Sullivan, M. X. Biochemical factors in soils. Orig. Communic. 8. Intern. Congr. Applied Chemistry, Washington and New York, **15**, 1912, Sect. VII, S. 305 bis 312.

— and **Reid, F. R.** Studies in soil catalysis. U. S. Dep. Agric. Bur. Soils Bull., **86**, 1912.

Tissier, H. Action comparée des microbes de la putréfaction sur les principales albumines. Ann. Inst. Pasteur, **26**, 1912, S. 522—529.

Tottingham, W. E. Der Einfluß von Bakterien auf den löslichen Phosphor im Dünger. Chemikerztg., **36**, 1912, S. 873.

Vogel, J. Neuere Ergebnisse der Bodenbakteriologie. Jahresber. d. Ver. f. angew. Botanik, **9**, 1911, (ersch. Dez. 1912), S. 188—197.

—. Neue Beobachtungen über das Verhalten von Nitrat im Ackerboden. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **34**, 1912, S. 540—561.

—. Neue Beobachtungen über das Verhalten von Nitrat im Ackerboden. 2. Mitteilung. Landw. Vers.-Stat., **78**, 1912, S. 265—301.

Weber, G. G. A. Die Einwirkung der Kälte auf die Mikroorganismen und ihre Tätigkeit im Boden. Diss. phil. Jena, 1912. 88 S.

Weyland, H. Zur Ernährungsphysiologie mykotropher Pflanzen. Jahrb. f. wissensch. Botanik, **51**, 1912, S. 1—80.

Literaturliste der im 1. Halbjahre 1912 erschienenen Arbeiten über durch Pilze verursachte Pflanzenkrankheiten und Systematik der Pilze.

Von **Josef Weese**, Wien.

Ajrekar, S. L. Note on the life history of Cystopsora Oleae Butl. Annal. Mycol., **10**, 1912, S. 307—309.

Anonymus. Tomate leaf-rust. Journ. Board. of Agricult., 1912, S. 920.

Appel, O. Beiträge zur Kenntnis der Kartoffelpflanze und ihrer Krankheiten. III. 5. Zur Kenntnis der Bakterienfäule der Kartoffel von Dr. Jul. Schuster. Arbeit. aus d. Kais. Biol. Anst. f. Land- u. Forstwirtsch., Berlin, Parey **8**, 1912, S. 451—492.

Arnaud, G. Contribution à l'étude des Fumagines. 3. Annal. de l'Ecole nation. d'agricult. de Montpellier, **12**, 1912, 2. Ser., fasc. 1, S. 3—34.

— et **Foëx, Et.** Sur la forme parfaite de l'Oïdium du Chêne en France. Compt. Rend., **154**, 1912, S. 124—127.

—. Sur l'Oïdium des Chênes (Microsphaera quercina). Compt. Rend., **154**, 1912, S. 1302—1305.

— et **Lafont, F.** Accidents météorologiques et les maladies du Mûrier. Annal. de l'Ecol. nat. d'agric. Montpellier **11**, 1912, 2. Ser., fasc. 3, S. 169—213, 25 fig.

Arthur, J. C. Cultures of Uredinae in 1910, Mycologia 1912, **4**, S. 7—33.

— Cultures of Uredinae in 1911. Mycologia **4**, 1912, S. 49—65.

— Aecidiaceae (continuatio). North Amer. Flora, **7**, 1912, S. 161—187, S. 211—268.

Atkinson, G. F. The origin and taxonomic value of the „Veil“ in Dictyophora and Ithyophallus. Bot. Gaz., **51**, 1912, S. 1—20.

Bainier, G. et Sartory, A. Etude de quelques Citromyces nouveaux. Bull. Soc. Myc. France, **28**, 1912, S. 52—54.

Barbier, M. Rectification à propos des notes critiques de M. R. Maire. Bull. Soc. Myc. France, **28**, 1912, S. 52—54.

Barret, J. T. Development and sexuality of some species of Olpidiopsis (Cornu) Fischer. Annals of Botany, **26**, 1912, S. 209—238.

Beke, L. von. Vegetationsapparat für Infektionsversuche an höheren Pflanzen. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **33**, S. 442—447 m. Abb.

Biers, P. M. Curieux exemple de superposition chez le Boletus edulis. Bull. Soc. Myc. France, **27**, 1912, S. 494—498, 1 Taf.

—. Insectes et Champignons: A propos de J. H. Fabre, entomologiste et mycologue. Bull. Soc. Myc. France, **28**, 1912, S. 77—87.

Black, A. Siehe Brooks, Ch.

Bois et Grignan. Questions de Pathologie végétale au Congrès de Pomologie de Limoges en 1912. Revue hortic, **84**, 1912, S. 121.

Bolle, J. Bericht über die Tätigkeit der k. k. landwirtschaftl. chemischen Versuchsstation in Görz im Jahre 1911. Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen in Österreich, **15**. 1912, S. 419—454.

Bondarcev, A. S. Gribnyia boležni kuliturnych rastenij i meřy boriby s nimi [Die Pilzkrankheiten der Kulturpflanzen und ihre Bekämpfung). Russisch. St. Petersburg 1912. 399 S., 388 Textfig.

—. Pilze, gesammelt auf Stämmen verschiedener Baumgattungen in der Forstversuchs-Oberförsterei Brcansk. Russisch mit deutsch. Res. Trudy po lěm. opytū. Děln Ross., St. Petersburg, **37**, 1912, S. 1—54.

Bos, J. Ritzema. Instituut voor Phytopathologie. Verslag over onderzoekingen, gedaan in en over inlichtingen gegeven vanwege bovengenoemd Instituut in het jaar 1909 en 1910. Med. R. — h. L. — T. — en B. — School Wageningen **5**, 1912, S. 65—197.

Bottomley, W. B. The Root-nodules of Myrica Gale. Ann. of Botany, **26**, 1912, S. 111—117.

Boudier, E. Note sur la Pseudophacidium Smithianum. Trans. Brit. Mycol. Soc., **3**. 1911, S. 324, Worcester 1912.

Brefeld, O. Untersuchungen aus dem Gesamtgebiet der Mykologie, **15**. Die Brandpilze und die Brandkrankheiten, V, mit weiteren Untersuchungen der niederen und der höheren Pilze, VI. Münster i. W., 1912, 155 S., 4°, 7 Taf.

Bresadola, J. Basidiomycetes Philippinensis (Serie I) Hedwigia, **51**, 1912, S. 306—326.

Bretschneider, A. Die falschen Meltaupilze (Peronosporaceae) und ihre Bekämpfung. Monatshefte f. Landwirtsch., **5**, 1912, S. 138—147, 6 Fig.

—. Über Befall kultivierter Rosen durch den falschen Meltaupilz „Peronospora sparsa Berk.“. Österr. Gart. Ztg., **7**, 1912, S. 223—236.

Brittlebank, Cl. A New Lucerne Trouble. Downy Mildew (Peronospora trifoliarum). Journ. of Depart. Agric. of Vict. Austral., **10**, 1912, S. 65—66.

Brooks, Ch. and **Black, A.** Apple fruit spot and Quince blotch. Phytopathology, **2**, 1912, S. 63—72.

Brooks, C. Some apple diseases and their treatment. New Hampshire Agricult. Exper. Stat., Depart. of Botany, Bull, **157**, 1912, 30 S. u. 30 Fig.

Brown, N. A. Siehe Smith, E. F.

Bruschi, D. Attività enzimatiche di alcuni funghi parassiti di frutti. Atti R. Acc. Lincei Roma, **21**, 1912, S. 225—230, 298—304.

Bubák, Fr. Einige neue Pilze aus Rußland. Hedwigia, **52**, 1912, S. 265—273, 2 Fig,
—. Honby Ceske. Die II. Sněti (Hemibasidii) (Pilze Böhmens, II. Teil Hemibasidii), 24 Textfig. Arch. f. naturwiss. Landesdurchforschung v. Böhmen, Prag, **15**, Nr. 3, 8°. 84 S.
—. Ein Beitrag zur Pilzflora von Sachsen. Annal. Mycolog., **10**, 1912, S. 46—53.

Buchholtz, F. Beiträge zur Kenntnis der Gattung Endogone Link. Beih. Bot. Centralbl., **29**, 1912, S 147—225, Taf. III—X.

Buchner, P. Studien an intrazellularen Symbionten. Arch. f. Protistenkd., **26**, 1912, S. 1

Buller, A. H. R. The production and liberation of spores in the genus Coprinus. Trans. Brit. Mycol. Soc., **3**, 1911, S, 348—350, Worcester 1912.

Butler, E. J. The rusts of wild vines in India. Annal. Mycol., **10**, 1912, S. 153 bis 158, 2 Fig.
—. Siehe Sydow, H. u. P.

Cabanès, G. Lichens foliacés observés dans le Gard. Bull. Soc. Et. Sc. nat. Nimes **38**, 1912, S. 1—26.

Capus, J. Les invasions du mildiou en 1911. Rev. Viticult., **19**, 1912, Nr. 958, S. 568—571.

Chittenden, F. J. On some plant diseases new to, or little known in Brittain. Journ. Hort. Soc. London, **37**, 1912, S. 541—550.

Claassen, E. Plants not recorded in the Ohio list from Cuyahoga an Lake Counties. Ohio Nat., **12**, 1912, S. 471.
—. Plants recognized on a dumping ground at the foot of Ninth Street, Cleveland, Ohio. Ohio Nat., **12**, 1912, S. 475, 476.

Claussen, P. Zur Entwicklungsgeschichte der Ascomyceten. Pyronema confluens. Zeitschr. f. Botan., **4**, 1912, S. 1—64.

Coker, W. C. and **Hyman, O. W.** Thraustotheca clavata. Mycologia, **4**, 1912, S. 87—90, 1 Taf.

Collinge, Walter E. Root and Stem Rot, Rhizoctonia violacea Tul. Sec. Report on Economic Biology, 1912, S. 46—47, Birmingham.

Cooley, J. S. Siehe Reed H. S.

Cotton, A. D. On the structure and systematic position of Sparassis. Trans. Brit. Mycol. Soc., **3**, S. 333—339, Worcester 1912.

Crossland, C. Recently discovered fungi in Yorksbire, V, Naturalist, 1912, Nr. 662, S. 85—92.

Cziser. Siehe Lindner, P.

Dafert u. **Kornauth.** Bericht über die Tätigkeit der k. k. landw.-chemischen Versuchsstation und der mit ihr vereinigten k. k. landw.-bakteriologischen und Pflanzenschutzstation in Wien im Jahre 1911. Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen in Österreich, **15**, 1912, S. 324—418.

Dale, Elizabeth. A bacterial disease of potato leaves. Annals of Botany, **26**, 1912, S. 133—154, 2 Taf.

Davis, A. R. The Hendersonia disease of Eucalyptus globulus. Pomona Coll. Journ. econ. Bot., **2**, 1912, S. 249—251, 2 fig.

Demaree, J. B. A Sclerotinia on apple. Science II, **33**, 1912, S. 77—78.

Demelius, Paula. Beitrag zur Kenntnis der Cystiden. 3. Verhandl. k. k. zool. bot. Ges. Wien, **61**, 1912, S. 378—395, 3 Taf.

Detman, H. Pflanzenkrankheiten in Neu-Süd-Wales. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh., **21**, 1912, S. 38—39.
—. Berichte über Landwirtschaft und Pflanzenkrankheiten in Indien. Ebenda, S. 106.
—. Krankheiten in Mecklenburg im Jahre 1910. Ebenda, S. 148—149.
—. Pflanzenschutz in den Provinzen Posen u. Westpreußen. Ebenda, S. 149—151.

Diedicke, H. Myxofusicoccum, nov. gen. Sphaeropsidearum. Annal. Mycol., **10**, 1912, S. 68—72, 5 Abb.

Diedicke, H. Die Abteilung Hyalodidymae der Sphaerioideen. Ebenda, S. 135—152.

—. Pilze in der Kryptogamenflora der Mark Brandenburg. **9**, Heft 1, Borntraeger, Leipzig 1912.

Dietel, P. Über die Verwandtschaftsbeziehungen der Rostpilzgattungen Kuehneola und Phragmidium. Annal. Mycol., **10**, 1910, S. 205—213.

Doby, G. Biochemische Untersuchungen über die Blattrollkrankheit der Kartoffel. III. Chemische Beschaffenheit kranker und gesunder Pflanzenteile. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh., **21**, 1912, S. 204—211.

Dodge, B. O. Methods of culture and the morphology of the archicarp in certain species of the Ascobolaceae. Bull. Torrey Bot. Club, **39**, 1912, S. 139—197, pl. 10—15, fig. 1, 2.

Dox, Arth. W. Enzyme studies of lower fungi. The Plant World, **15**, 1912, S. 40—43.

Drost, A. W. De Surinaamsche Panamaziekte in de Gros Michel bacoven. Departement van den Landbouw in Suriname, Bulletin No. 26, S. 1—41, Plaat I—II, Paramaribo, 1912.

Eddelbüttel, H. Die Sexualität der Basidiomyzeten. 4. Jahresber. d. Niedersächs. Bot. Vereins zu Hannover, Hannover 1912, S. 1—16.

Edgerton, C. W. Botryosphaeria on cotton bolls. Mycologia, **4**, 1912, S. 34—36.

—. Flower infection with cotton boll rots. Phytopathology, **2**, 1912, S. 23—27, pl. 2.

Eriksson, Jak. Rostige Getreidekörner und die Überwinterung der Pilzspezies. Centralbl. f. Bakt., II., **32**, S. 453—459.

—. Über Exosporium Ulmi n. sp. als Erreger von Zweigbrand an jungen Ulmenpflanzen. Myc. Centralbl., **1**. S. 35—42, 1 Taf. u. 3 Fig.

Evans, J. B. A fungus disease of Bagworms in Natal. Annal. Mycol., **10**, 1912, S. 281—284.

Ewert, R. Verschiedene Überwinterung der Monilien des Kern- und Steinobstes und ihre biologische Bedeutung. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh., **21**, 1912, S. 65—86.

Fallada, Ottokar. Über die im Jahre 1911 beobachteten Schädiger und Krankheiten der Zuckerrübe. Österr.-ung. Zeitschr. f. Zuckerindustrie u. Landwirtsch., **41**, 1912, S. 16—28.

Farlow, W. G. The fungus of the chestnut-tree blight. Science II, **35**, 1912, S. 717—722.

Faull, J. H. The cytology of Laboulbenia chaetophora and L. Gyrinidarum. Ann. Bot. **26**, 1912, S. 325—355.

Fawcett, H. S. Report of plant pathologist. Rep. Univ. Florida Agr. Exp. Stat., 1912, S. 58—67.

—. The cause of stem-rot of citrus fruits (Phomopsis citri n. sp.). Phytopathology, **2**, 1912, S. 109—113.

Ferraris, T. Hyphales, Dematiaceae. Flora Italica Cryptogama. Pars I, Fungi, Rocca S. Casciano, 1912.

— e **Massa, C.** Micromiceti nuovi or rari per la Flora Micologica Italiana. Annal. Mycol., **10**, 1912, S. 285—302.

Field, E. C. Siehe Spaulding.

—. Siehe Harter, L. L.

Fischer, Ed. Über die Spezialisation des Uromyces caryophyllinus (Schrank) Winter. Mycol. Centralbl., **1**, 1912, S. 1—2.

Floyd, B. F. Report of plant physiologist. Rep. Univ. Florida Agr. Exp. Stat., 1912, 68—81.

Foëx, E. Note sur les modes d'hibernation de l'Oïdium de la vigne (I). Progrès agric. et vitic., **33**, S. 47—51, Montpellier 1912.

—. De la présence de deux sortes de conidiophores chez Oidiopsis taurica. Compt. Rend., **154**, 1912, S. 225—226.

Foëx, E. Miscellanées I. Les conidiophores des Erysiphacées, Note prélim. II. De la présence de deux sortes de conidiophores chez Oidiopsis taurica Lev. III. Oidium alphitoides Griff. et Maubl. (Oidium des chênes). 6 Fig., 1 Taf., Montpellier 1912, Coulet et fils.

—. Siehe Arnaud, G.

Fragoso, G. Datos micologicos para la flora española. Bol. Soc. Española de Hist. Nat. 1912, S. 85—90.

Fromme, Fred. D. Sexual fusions and spore development of the flax rust. Bull. of the Torrey Botan. Club, **39**, 1912, S. 113—131.

Fron, G. Contribution à l'étude de la maladie du „Pied noir des Céréales" ou „Maladie du piétin", I. Annal. de la Science agronom. franc. et étrangère, **29**, 1912. S. 3—29.

—. Le Dilophia graminis nuisible au blé en France. Journ. d'Agric. prat., **76**, 1912, S. 340—342, 2 Fig.

—. Nouvelles observations sur quelques maladies des jeunes plants de Conifères. Bull. Soc. Myc., **27**, 1912, S. 476—481.

—. Notes sur quelques Mucedinées observées sur Conchylis ambiguella. Bull. Soc. Myc. France, **27**, 1912, S. 482—488.

Gain, Edm. Sur la contagiosité de la maladie de l'Ergot chez les Graminées fourragères. Compt. Rend. hebd. des séances d. l. Soc. d. Biolog., **72**, 1912, S. 189—191.

Garnier, M. Maladies de la pomme de terre. Revue horticole, **84**, 1912, S. 113 bis 114.

Giddings, W, J. The chestnut bark disease. W. Virginia Univ. Agr. Exp. Stat., Bull. **137**, 1912, S. 209—225.

Giddings, N. J. A practical and reliable apparatus for culture work at low temperatures. Phytopathology, **2**, 1902, S. 106—108.

Gloyer, W. O. Apple blister canker and methods of treatment. Ohio Agr. Exp. Stat. Circ., **125**, 1912, S. 149—161.

Gonzalez, F. Datos mycológicos para la flora española. Bolet. Soc. Esp. Histor. Nat. Madrid, **12**, 1912, S. 84—87.

Griffon, E. et **Maublanc, A.** Les Microsphaera des chênes et les périthèces du blanc du chêne. Compt. Rend. Ac. Sc., Paris, **154**, 1912, S. 935—938.

—. Les microsphaera des Chênes. Bull. Soc. Myc. France, **28**, 1912, S. 88—104.

—. Notes de Pathologie végétale et animale. Bull. Soc. Myc. France, **27**, 1912, S. 469—475.

Griggs, R. F. The development and cytology of Rhodochytrium. Bot. Gaz., **53**, 1912, S. 127—173.

Grignan. Siehe Bois.

Grosser. Zur Bekämpfung des amerikanischen Stachelbeermeltaues. Schles. Monatsschr. f. Obst-, Garten- u. Gemüsebau, **5**, 1912, S. 77—88.

Grove, W. B. Sphaerella v. Mycosphaerella. Journ. of Botany, **50**, 1912, S. 89—92.

—. New or noteworthy fungi. Part. IV, Journ. of Botany, **50**, 1912, S. 9—18.

Gruber, Ed. Einige Beobachtungen über den Befruchtungsvorgang bei Zygorynchus Moelleri Vuill. Ber. Deutsch. bot. Gesellsch., **30**, S. 126—133.

Guéguen, F. Soudure et fasciation chez quelques Basidiomycètes selon leur mode de groupement. Bull. Soc. Myc. France, **27**, 1912, S. 499—509.

—. Trois cas multiples d'empoisonnement par l'Amanite phalloide (trentetrois victimes, douze décès). Bull. Soc. Myc. France, **28**, 1912, S. 60—72.

—. Notice sur Léon Marchand, botaniste français. Bull. Soc. Myc. France, **28**, 1912, S. 73—76.

—. Quelques particularités cliniques et medico-légales de l'intoxication phalinienne. Compt. Rend. Soc. Biol., **72**, 1912, S. 159—160.

Gussow, H. F. The nature of parasitic fungi and their influence upon the host plant. Ottawa Nat., **25**, 1912, S. 130—137.

Harter, L. L. Diseases of cabbage and related crops and their control. U. S. Dept. Agr. Farm. Bull., **488**, 1912, S. 5—32, Fig. 1—7.

— and **Field, E.** Diaporthe, the ascogenous form of sweet potato dry rot. Phytopathology, **2**, S. 121—124, Fig. 1—4.

Havelík, Karl. Über die Dauer der Eisenbahnschwellen. Centralbl. f. d. ges. Forstwes., **38**, 1912, Nr. 3 u. 4, S. 105—115, 224—233.

Hawley, H, C. Siehe Rea, C.

Heald, F. D. Notes on new or little-known plant diseases in North America for the year 1910. Phytopathology, **2**, 1912, S. 5—22.

— and **Wolf, F. A.** A plant disease survey in the vicinity of San Antonia, Texas, U. S. Dept. Agr. Plant. Ind. Bull., **226**, II, S. 11—129.

Hecke, L. Der „Krebs" der Pflanzen. Wien. klin. Wochenschr., 1912, Nr. 6, S. 229—232, 5 Textabbild.

Hedgcock, G. G. Notes on some diseases of trees in our national forests. Phytopathology, **2**, 1912, S. 73—80.

—. Note on some western Uredineae which attack forest trees. Mycologia, **10**, 1912, S. 141—147.

Hedgcock, G. G. and **Long, W. H.** Preliminary notes on three rots of Juniper· Mycologia, **4**, 1912, S. 109—114.

Hegyi, D. Traitements contre le „Blanc du Groseiller" (Sphaerotheca mors uvae) en Hongrie (Communication de E. de Miklós de Miklósvar). Bull. Intern. Agricult., **3**, 1912, Nr. 5, S. 1277.

Henning, E. Växtpatologiska iakttagelser å Utsades förenin gens försöksfält vid Ultuna Sommaren 1911. Sveriges Utsädesför Tidskr., 1912, S. 44—56.

Herter, W. Die Sexualität der Pilze. Wochenschr. f. Brauerei, 1915, Nr. 2 u. 3, 7 S.

Hewitt, J. L. Rice blight. Arkansas Agr. Exp. Stat. Bull., **110**, 1912, S. 447—459.

Hill, A. W. A visit to the West Indies. New. Bull. Misc. Inf., 1912, S. 166—189.

Hils, E. Ursachen der Myzelbildung bei Ustilago Jensenii (Rostr.). Berlin, 1912, 8°, 43 S.

Hiltner, L. Über die Beizung des Sommergetreides. Prakt. Blätt. f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz, **10**, 1912, S. 23—26.

—. Eine Voraussage! Im heurigen Jahr wird die sogenannte Fußkrankheit des Getreides in stärkerem Maße auftreten. Pr. Bl. f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz, **10**, 1912, S. 37—45.

—. Bericht über einen Beizversuch mit brandigem und gleichzeitig von Fusarium befallenem Winterweizen. Prakt. Bl. f. Pflanzenbau und Pflanzenschutz., **10**, 1912, S. 26—31.

—. Über den Einfluß der Ernährung und der Witterung auf das Auftreten pilzlicher und tierischer Pflanzenschädlinge. Jahrb. Deutsch. landw. Gesellsch., **27**, 1912, S. 156—169.

Höhnel, Fr. von. Beiträge zur Mykologie, I. Über die Berechtigung der Gattungen Cystotheca und Thyrococcum. Zeitschr. f. Gärungsphysiol., **1**, 1912, S. 45 bis 48.

—. Beiträge zur Mykologie, II. — VIII. Zeitschr. f. Gärungsphysiol., **1**, 1912, S. 219 bis 229.

Horne, A. S. On tumour and canker in potato. Journ. Roy. Hortic. Soc., **37**, II, 1912, S. 362—389.

Howe, R. H. Further notes on the North American distribution of the genus Usnea. Bryologist, **15**, 1912, S. 29—30.

—. Oropogon loxensis and its North American distribution. Mycologia, **4**, 1912, S. 152—156.

Hyman, O. W. Siehe Coker, W. C.

Ilkevicz, K. J. Die bauholzzerstörenden Pilze. 1 mit 4 Aquarellen, 5 Phototypien u. 13 Textfig. [Russisch] Moskau, 1912, 277 S.

Istvánffi, Gy. von u. **Pálinkás. Gy.** Infektionsversuche mit Peronospora. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **32**, 1912, S. 551—564.

Jamieson, C. O. and **Wollenweber, H. W.** An external dry rot of Potato Tubers caused by Fusarium trichothecioides Wollenw. Journ. of the Washington Acad. of Sciences, **2**, 1912, S. 146—152.

Johnston, J. R. The history and cause of the cocoanut bud-rot. U. S. Dept. Agr. Plant. Ind. Bull., **228**, 1912, S. 5—175, pl. 1—14, Fig. 1—10.

Kauffman, C. H. Mushrooms. Nat. Stud. Rev., **8**, 1912, S. 172—181.

Kern, F. D. Gymnosporangium. North Amer. Flora, **7**, 1912, S. 188—211.

Klebahn, H. Die Krankheiten des Selleries und ihre Bekämpfung. Schlesw.-Holstein. Zeitschr. f. Obst- u. Gartenbau, 1912, S. 9—13.

Knoll, F. Untersuchungen über den Bau und die Funktion der Cystiden und verwandter Organe. Jahrb. f. wiss. Botan., **50**, 1912, S. 453—501.

Knowles, M. C. Notes on west Galway Lichens. Irish Nat., **21**, 1912, S. 29—36.

Köck, G. u. **Kornauth, K.** Untersuchung und Begutachtung von Kartoffelmustern hinsichtlich des Gesundheitszustandes. Zeitschr. f. d. landw. Versuchswes. in Österr., **15**, S. 153—157.

—. Unter Mitwirkung von **O. Broz.** Bericht über die von der k. k. Pflanzenschutzstation im Jahre 1911 durchgeführten Versuche zum Studium der Blattrollkrankheit. [Mitteilung des Komitees zum Studium der Blattrollkrankheit der Kartoffel, Nr. 5.] Zeitschr. f. d. landw. Versuchswes. in Österr., **15**, S. 179—247.

Kossowicz, Al. Einführung in die Agrikulturmykologie, I. Berlin 1912.

Krieger. W. Fungi saxonici, Nr. 2151—2200, Königstein a. d. Elbe, 1912.

Kusuno. Zoospore copulation in lower fungi. The bot. mag. Tokyo, **25**, 1912, S. 453—457.

Lafont, F. Siehe Arnaud, G.

Lämmermayer, L. Inwieweit kann und soll die Phytopathologie Gegenstand des Mittelschulunterrichtes sein? Zeitschr. Lehrmittelwes. u. päd. Lit., **8**, S. 57 bis 66.

L'Amateur de Champignons. Journal consacré à la connaissance populaire des Champignons, paraissant 8 fois par an. Dirigé par Paul Dumée. Vol. V, 1912, Nr. 4—7, Paris, Paul Klincksieck.

Lang, G. Nagra sällsynta eller för Sverige nya Cladonia-arter. Bot. Notis., 1912, S. 33—37.

Larue, P. Essais d'infection par le mildiou en Hongrie. Rev. Viticult., **19**, 1912, S. 416—418.

Laubert, R. Über die Fruchtkapseln und die Überwinterung des echten Meltaues. Mitt. Deutsch. Weinbau-Ver., **7**, 1912, S. 162—169.

Leron, J. Traitement du Mildiou, du Black et de l'Oidium. Rev., Viticult., **19**, 1912, S. 416—418.

Léveillé, H. Observations mycologiques dans la Sarthe (suite). Monde des Plantes, **14**, S. 28—30.

Lewis, C. E. Inoculation experiments with fungi associated with apple leaf spot and canker. Phytopathology, **2**, 1912, S. 49—62.

Lewis, J. M. A Black knot Disease of Dianthera Americana. Mycologia, **4**, 1912, S. 66—71, 4 Taf.

Lindau, G. Eine neue Belonium-Art aus Neu-Guinea. Hedwigia, **51**, 1912, S. 327 bis 328.

—. Die mikroskopischen Pilze. Kryptogamenflora für Anfänger, **2**, 1912, 8°, 276 S., 558 Textfig., Berlin, J. Springer.

—. Die Pilze, eine Einführung in die Kenntnis ihrer Formenreihen. Samml. Göschen, Nr. 574, Leipzig, 1912, 16°, 128 S.

Link, G. K. K. Siehe Wilcox, E. M.

Lloyd, C. G. Synopsis of the Stipitate Polyporoids. Cincinnati, Ohio, 1912, S. 25 bis 208, ill.

Long, W. H. Siehe Hedgcock.

Lutz, M. L. Sur un cas de soudure entre deux Champignons (Bolets) d'especes differentes. Bull. Soc. Myc. de France, **28**, 1912, S. 50—51, 1 Fig.

Macbride, T. H. Notes on Jowa Saprophytes. I. Geaster minimus Schwein. and its relatives. Mycologia, **4**, 1912, S. 84—86, 1 Taf.

— The passing of the slime moulds. Science, II., **35**, 1912, S. 741—743.

Magnus, P. Puccinia Heimerliana Bub. in Persien. Hedwigia, **51**, 1912, S. 283 bis 285, 1 Fig.

Maire, R. Notes critiques sur quelques Champignons recoltés pendant la session de Grenoble. Annecy de la Société Mycologique de France. Bull. Soc. Myc. France, **27**, S. 403—452, 3 pl. u. Textfig.

Mangin, M. Contribution à l'étude de la maladie des Ronds du Pin. Compt. Rend., **154**, 1912, S. 1525—1528.

Mangin, H. et **Patouillard, N.** Les Atichiales groupe aberrant d'Ascomycètes inferieurs. Compt. Rend., **154**, 1912, S. 1475—1481, 2 Fig.

Manson, M. The chest nut tree disease. Science, II, **35**, S. 269—270.

Massa, C. Siehe Ferraris, T.

Massee, G. A disease of Sweat-pear, Asters and other plants. (Thielavia basicola Zopf.) Bull. Miscell. Inform. Kew, 1912, S. 44—52, 1 Taf.

— Fungi exotici. XIII. Bull. Miscell. Inform. Kew, 1912, S. 189—191.

Maublanc. Rapport sur la Session générale organisée en octobre 1911 aux environs de Paris par la Société mycologique de France. Bull. Soc. Myc. France, **28**, 1912, S. 1—16.

— Siehe Griffon.

M. L. P. Bacterial diseases of plants. Nature, 1912, S. 525—529.

Mc Cormick, F. A. Development of the zygospore of Rhizopus nigricans. Bot. Gaz., **53**, 1912, S. 67—68.

Mc Culloch, L. Siehe Smith, E. F.

Mc Murran, S. M. A new internal Sterigmatocystis rot of pomegranates. Phytopathology, **2**, S. 125, 126.

Miehe, H. Über Symbiose von Bakterien mit Pflanzen. Biol. Centralbl., **32**, 1912, S. 46—50.

Migula, W. Kryptogamenflora von Deutschland, Deutschösterreich und der Schweiz (im Anschluß an Thome, Flora von Deutschland). Bd. 3, Pilze, 2. Teil, 1. Abt., Basidiomycetes, Gera, 1912.

Minden. Pilze. Kryptogamenflora der Mark Brandenburg. **5**, Heft 4, 1912, S. 497 bis 608. Borntraeger, Leipzig.

Miyake, J. Studies in Chinese Fungi. Bot. Mag. Tokyo, **26**. 1912, S. 51—66.

Moesz, G. A Lioztharmat [Der Meltau]. „Urania" Budapest, 1912, 4°, 15 S. [magyarisch].

— A Marssoniana Kirchneri A. Hegyi gombáról [Über Marssoniana Kirchneri Hegyi n. sp.]. Botanikai Közlemenyek, Budapest, **11**, 1912, S. 43 [magyarisch].

Molz, E. Bemerkungen zur Arbeit Max Munks: Bedingungen der Hexenringbildungen bei Schimmelpilzen. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **34**, 1912, S. 40—42.

Montemartini, L. La „macchiettatura" della foglie dei peri. Rivista di Patologia vegetale, **6**, Nr. 44, 1912, S. 25.

Moore, C. L. Some Nova Scotian aquatic Fungi. Trans. Nova Scotia Inst. Sci., **12**, 1912, S. 217—238.

Moreau, F. Les phénomènes intimes de la reproduction sexuelle chez quelques Mucorinées héterogames. Bull. Soc. bot. France, **58**, 1912, S. 618—623, 4 Fig.

— Sur l'existence d'une forme écidienne uninucleée. Bull. Soc. Myc. France, **27**, 1912, S. 489—493.

Morstatt, H. Schädlinge an Kampferbäumen. Der Pflanzer, 8, S. 18—24, 1 Taf.

Müller, K. Die neuesten Forschungen über die Biologie und Bekämpfung der Peronosporakrankheit der Reben. Mitt. d. Deutsch. Weinbauvereins, **7**, 1912, S. 120—131.

— Siehe Wahl, C. v.

Müller-Thurgau, H. Schutz der Rebe gegen die Ansteckung durch Plasmopara (Peronospora) viticola. Der Weinbau, **11**, 1912, S. 9—12.

Mulford, W. Siehe Philipps, F. J.

Munk, Max. Bedingungen der Hexenringbildung bei Schimmelpilzen. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **32**, 1912, S. 353—375, 11 Textfig.

Murill, W. A. Collecting fungi on the Pacific Coast. Journ. New York Bot. Gard., **13**, S. 1—14, 85—90.

— Illustrations of Fungi X. Mycologia, **4**, 1912, S. 1—6, 1 Taf.

— The Agaricaceae of Tropical North America V. Mycologia, **4**, 1912, S. 72—83.

— Polyporaceae and Boletaceae of the Pacific coast. Mycologia, **4**, 1912, S. 91—100.

— The chestnut canker convention. Journ. New York Bot. Gard., **13**, S. 41—44.

Naoumow, N. Sur une nouvelle espèce de Pyrenomycète: Pleospora batumensis nov. sp. Bull. Soc. Myc. de France, **28**, 1912, S. 55—56, 1 Fig.

Naumann, A. Gibt es ein Mittel zur Bekämpfung der Kropfkrankheit? Handelsgärtner, 1912, S. 1.

N. E. Pflanzenkrankheiten in Österreich-Ungarn. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh., **21**, 1912, S. 151—152.

— Pathologische Mitteilungen aus Ceylon. Ebenda, S. 41—42.

— Pflanzenschutz in Dalmatien. Ebenda, S. 152.

Neger, F. W. Eine neue Blattkrankheit der Weißerle. Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtsch., **10**, 1912, S. 345—350, 2 Textfig.

Neumann, H. Ein gefährlicher Feind unserer Obstbäume. Der prakt. Ratgeber im Obst- u. Gartenbau, **27**, 1912, S. 41.

Noffray, E. L'Oïdium du Chêne en Sologne, en 1911. Journ. d'Agricult. prat., **76**, 1912, I, S. 432—433.

Palinkás, Gy. Siehe Istvánffi, Gy. v.

Paoli, Guido. Nuovi Laboulbeniomiceti parassiti di Acari. Malpighia, **24**, 1912, S. 329—340.

Paque, E. L'été de 1911 et le monde des Champignons. Bull. Soc. roy. bot. Belgique, **98**, 1912, S. 97—99.

Patouillard, N. Quelques champignons de la Guinée Française. Bull. Soc. Myc. France, **28**, 1912, S. 31—37.

— Siehe Mangin, H.

Pavarino, G. L. Batteriosi dell'Aster chinensis L. [= Bacillus Asteracearum n. sp.]. Atti della Reale Accad. dei Lincei, **21**, 1912, S. 544—546.

Pavillard, J. A propos de la phylogénie des Plasmodiophoracées. Annal. Mycol., **10**, 1912, S. 218—219.

— Remarques sur l'evolution des Uredinées. Bull. Soc. Myc. France, **28**, 1912, S. 57—59.

Pavolini, A. F. L'ecidio della Puccinia fusca Relhan. Bull. Soc. Bot. Ital., 1912, S. 90—94.

Peglion, V. Il cancro della piante. Malpighia, **24**, 1912, S. 356—368.

Petch, J. European Fungi in the tropics. Trans. Brit. Mycol. Soc., **3**, 1911, S. 340 bis 347. Worcester 1912.

Petritsch, E. F. Neuere Bestrebungen auf dem Gebiete der Holzkonservierung. Centralbl. f. d. ges. Forstwesen, **38**, 1912, S. 265—282.

Phillips, F. J. and **Mulford, W.** Utah juniper in central arizona. U. S. Forest Serv. Circ., **197**, 1912, S. 3—19, pl. 1, 2 + fig. 1.

Plaut, H. C. Die Hyphenpilze oder Eumyceten. Abdruck aus W. Koll und A. v. Wassermann, „Handbuch der pathogenen Mikroorganismen", 2. Aufl., **5**, 1912, 154 S., mit 7 Taf. u. 66 Fig.

Potebnia, A. Ein neuer Krebserreger des Apfelbaumes Phacidiella discolor (Mout. et Sacc.) A. Pot., seine Morphologie und Entwicklungsgeschichte. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh., **21**, 1912, S. 129—148, 3 Taf.

Prescott, S. C. The teaching of microbiology in college of United States and Canada. Science, **35**, 1912, S. 362—366.

Prunet, A. Expériences sur la resistance du Châtaignier du Japon à la „Maladie de l'encre" [Le Châtaignier du Japon à la Station d'expériences du Lindois, Charente]. Compt. Rend., **154**, 1912, Nr. 8, S. 521—524.

Radais, M. Les Champignons toxiques. L'Oronge cigue. L'Amateur de Champignons, **5**, 1912, S. 116—123.

Rankin, W. H. Sclerotinia Panacis sp. nov., the cause of a root rot of ginseng. Phytopathology, **2**, 1912, S. 28—31, pl. 3.

Rant, A. Über die Djamoer-Öpas-Krankheit und über das Corticium javanicum Zimm. Bull. Jard. Bot. de Buitenzorg, 2. Ser., Nr. 4. Buitenzorg 1912, 50 S., 6 Taf.

Ravaz et Verge, G. Sur les conditions d'apparition des conidiophores („taches blanches") du „Mildiou". Progrès agric. et vitic., **29**, S. 296—300. Montpellier 1912.

— Influence de la température sur la germination des conidies du „Mildiou". Ebenda, S. 170—177.

— „Mildiou": sur le temps nécessaire à la contamination. Ebenda, S. 195—196.

— Influence de l'Humidité de l'air et du cépage sur le développement du Mildiou. Ebenda, S. 455—461.

— Conditions de développement du Mildiou. Température nécessaire à la contamination. Ebenda, S. 485—488.

Rea, C. Report of the Jeesdale spring foray and complete list of fungi and mycetozoa gathered during the foray. Trans. Brit. Mycol. Soc., **3**, 1911, S. 291 bis 297. Worcester 1912.

— Report of the Jauntow foray and complete list of the fungi. Ebenda, S. 298—308.

— British Geasters. Ebenda, S. 351—353.

— New and rare British fungi. 1 coloured plat. Ebenda, S. 376—380.

— and **Hawley, H. C.** Fungi Clare Island Survey. Proceed. roy. Irish. Acad., **31**, Nr. 13, 1912, S. 1—26, 1 pl.

Reed, G. M. Infection experiments with the powdery mildew of wheat. Phytopathology, **2**, 1912, S. 81—87.

Reed, H. S., Cooley, J. S. and **Rogers, J. T.** Foliage diseases of the apple. Virginia Polytechn. Inst. Agr. Exp. Stat. Bull., **195**, 1912, S. 3—23, f. 1—13.

Rehm, H. Ascomycetes exs., Fasc. 49. Annal. Mycolog., **10**, 1912, S. 54—59.

— Zur Kenntnis der Discomyceten Deutschlands, Deutsch-Österreichs und der Schweiz. Ber. d. Bayer. Bot. Gesellsch., **13**, S. 102—206.

Reitmaier, O. Biologische Studien über die Blattrollkrankheit der Kartoffel. Mitteilungen des Komitees zum Studium der Blattrollkrankheit der Kartoffel, Nr. 4. Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen in Österreich, **15**, 1912, S. 1—119.

Reynolds, E. S. Relations of parasitic fungi to their host plants. I. Studies of parasitized leaf tissue. Bot. Gaz., **53**, 1912, S. 365—395, Fig. 1—9.

Ricken. Die Blätterpilze (Agaricaceae) Deutschlands und der angrenzenden Länder, besonders Österreichs und der Schweiz. Lieferung V—VII. Leipzig 1912.

Riddle, L. W. An enumeration of lichens collected by Clare Eaton Cummings in Jamaica I Mycologia, **4**, 1912, S. 125—140.

Rogers, J. T. Siehe Reed, H. S.

Rosenbaum, J. Siehe Whetzel, H. H.

Saccardo, P. A. Sylloge fungorum omnium hucusque cognitorum. Vol. XXI. Supplementum universale, Pars VIII: Hymenomycetae-Phycomycetae. Auctoribus P. A. Saccardo et A. Trotter. Patavii (sumptibus P. A. Saccardo) 1912, gr. 8°, 928 S.

— Notae mycologicae. Annal. Mycol., **10**, 1912, S. 310—322.

Salmon, E. S. The lime-sulphur wash for use on Grossberies. Journ. of the Board of Agricult., **19**, 1912, S. 99—106.

— Presidential address. Economic mycology and some of its problems. Trans. Brit. Mycol. Soc., **3**, 1911, S. 310—324, Worcester 1912.

Sartory, A. Siehe Bainier, G.

Savastans, L. Risultati degli experimenti con la potiglia solfa calcica (formola della Stazione di Agrumicoltura) esegniti durante il 1911 contra talune crittogame. R. Stazione sperimentale di Agrumicoltura e frutticoltura in Acireale. Bollettino, Nr. 5, 6, 1912, Acireale.

Schander, R. Die Bekämpfung des Flugbrandes von Gerste und Weizen (Flugblatt Nr. 16, Abt. f. Pflanzenkrankheiten K. Wilh.-Inst., Bromberg). Landw. Centralbl. f. d. Prov. Posen, 1912, Nr. 12, S. 130—134.

Schmidt, A. Die Verbreitung der coprophilen Pilze Schlesiens. Dissertation, Breslau W. G. Korn, 1912, 8°, 81 S.

Schneider-Orelli, O. Versuche über die Wachstumsbedingungen und Verbreitung der Pilze des Lagerobstes. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **32**, 1912, S. 161—169.

— Zur Kenntnis des mitteleuropäischen und nordamerikanischen Gloesporium fructigenum. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **32**, 1912, S. 459—467.

Schneider, Werner. Zur Biologie der Liliaceen bewohnenden Uredineen. (Vorläufige Mitteilung.) Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **32**, 1912, S. 452—453.

Schorstein, J. Hausschwammforschungen. Österr. Forst- u. Jagd-Ztg., **30**, 1912, Nr. 15, S. 135.

Seaver, F. J. Studies in pyrophilous Fungi. III. The viability of the spores of Pyronema. Bull. Torrey Club, **39**, 1912, S. 63—67, pl. 4.

— The genus Lasiosphaeria. Mycologia, **4**, 1912, S. 115—124, 2 Taf.

— The genus Lamprospora, with descriptions of two new species. Mycologia, **4**, 1912, S. 45—48, 1 Taf.

Seelhoff, R. Die Bekämpfung der Kohlhernie. Der prakt. Ratgeber im Obst- u. Gartenbau, **27**, 1912, S. 157.

Shear, C. L. The chestnut bark fungus, Diaporthe parasitica. Phytopathology, **3**, 1912, S. 88—89.

Sherman, J. W. Morels in October in Massachusetts. Rhodora, **14**, 1912, S. 53—54.

Smith, E. F. Woronin. Phytopathology, **2**, 1912, S. 1—4.

— On some resemblances of crown-gall to human cancer. Science, II, **35**, 1912, S. 161—172.

—, **Brown, N. A.** and **Mc Culloch, L.** The structure and development of crown gall: a plant cancer. U. S. Dept. Agr. Plant Ind. Bull., **255**, 1912, S. 11—60, pl. 1—109, fig. 1, 2.

Smith, A. L. New or rare microfungi. Trans. Brit. Mycol. Soc., **3**, 1911, S. 366 bis 374, Worcester 1912.

— On alien species: Xylobotryum caespitosum A. L. Sm. Trans. Brit. Mycol. Soc., **3**, 1911, S. 331—332, Worcester 1912.

Smotlacha, F. Monografie ceských hub hriboritych (Boletinei) [= Monographische Bearbeitung der Boletineen Böhmens]. Sitzungsber. d. Kgl. Böhm. Gesellsch. Wissensch., math.-naturw. Kl., 8. Stück, 1911, S. 1—73, Prag 1912.

Solla. Pflanzenkrankheiten in Piemont. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh., **21**, 1912, S. 153—155.

Spaulding, P. Notes upon tree diseases in the Eastern States. Mycologia, **4**, 1912, S. 148—151.

Spaulding, P. and **Field, E. C.** Two dangerous imported plant diseases. U. S. Dept. Agr. Farm. Bull., **489**, 1912, S. 5—29, fig. 1—3.

Spegazzini, C. Mycetes Argentinensis (Series VI). Anal. del Museo Nac. de Historia Natur. de Buenes Aires, **23**, 1912, S. 1—146.

Stevens, N. E. Wood rots of the hardy catalpa. Phytopathology, **2**, 1912, S. 114 bis 119, pl. 10.

Stout, A. B. A sclerotium disease of blue-joint and other grasses. Univ. Wisconsin Agr. Exp. Stat. Research Bull., **18**, 1912, S. 207—253, f. 1—8.

Stover, W. G. The Agaricaceae of Ohio. A preliminary report with keys to the genera and species. Proc. Ohio State Acad. Science, **5**, 1912, S. 462—577.

Steward, F. The effect cf certain chemical substances on the vitality of the buds of potato tubers, and their desinfective action on potato blight [Phytophthora infestans]. Proc. roy. Soc. Victoria, N. S., **24**, 1912, S. 270—292, 4 pl.

Stratt, Ethel Rose. The morphology of the Root Tubercles of Alnus and Elaeagnus and the Polymorphism of the Organism causing their formation. Annals of Botany, **26**, 1912, S. 119—128, 2 Taf.

Strelin, S. Beiträge zur Biologie und Morphologie der Kuehneola albida (Kühn) Magn. und Uredo Mülleri Schroet. Mycol. Centralbl., **1**, 1912, S. 92—96, 131—137.

Stummer, A. Was lehren die neuesten Ergebnisse der Peronosporaforschung. Allg. Weinztg., **29**, 1912, Nr. 11, S. 121—123, 2 Fig.

Sydow, H. und **P.** Beschreibungen neuer südafrikanischer Pilze. Annal. Mycol., **10**, 1912, S. 33—45, 3 Fig.

— Novae fungorum species. VII. Ebenda, S. 77—85.

— Einige neue parasitische Pilze aus Rußland. Ebenda, S. 214—217.

— et **Butler, E. J.** Fungi Indiae orientales. Ebenda, S. 243—280.

Theissen, F. Fragmenta brasilica IV nebst Bemerkungen über einige andere Asteria-Arten. Annales Mycol., **10**, 1912, S. 1—32.

— Fragmenta brasilica V nebst Besprechung einiger palaeotropischer Microthyriaceen. Ebenda, S. 159—204.

— Zur Revision der Gattung Dimerosporium. Beih. z. botan. Centralbl., **29**, 1912, S. 45—73.

— Hymenomycetes Riograndensis. Brotéria. Série Botanica, **10**, 1912, S. 5—28, 4 Taf.

— Die Gattung Clypeolella v. Höhn. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **34**, S. 229—235.

— Zur Revision der Gattung Microthyrium und Seynesia. Österr. botan. Zeitschr., **62**, 1912, S. 216—221.

Tiesenhausen, M. Beiträge zur Kenntnis der Wasserpilze der Schweiz. Dissert., Stuttgart 1912, E. Schweizerbart, 8° u. Arch. f. Hydrobiol. u. Planktkd., **7**, 1912, S. 261—308, 24 Textabbild.

Tischler, G. Untersuchungen über die Beeinflussung der Euphorbia Cyparissias durch Uromyces Pisi. Flora, **104**, 1912, N. F., **4**, S. 1—64, m. 26 Textabbild.

Tobler-Wolff, Gertrud. Über Synchytrium pyriforme Reinsch. Ber. Deutsch. Bot. Gesellsch., **30**, 1912, S. 146—150, 1 Taf.

Torrend, C. Deuxième contribution à l'étude des Champignons de l'île de Madère. Brotéria, **10**, 1912, Série Botan., fasc. I, S. 22—49.

Treboux, O. Infektionsversuche mit parasitischen Pilzen, I, II. Annal. Mycol., **10**, 1912, S. 73—76, 303—306.

— Die freilebende Alge und die Gonidie Cystococcus humicola in bezug auf die Flechtensymbiose. Ber. Deutsch. Bot. Gesellsch., **30**, S. 69—80.

Verge. Siehe Ravaz.

Verity, R. Contributo alla conoscenca dell'intima struttura dei blastomyceti. La Sperimentale, **66**, 1912, S. 1—32, Taf. 1.

Vill. Die Trüffeln. (Anregungen zur Trüffelzucht.) Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtsch., **10**, 1912, 22 S.

Vill. Beiträge zur Pilzflora Bayerns, Ebenda, S. 321—327.

Voges, E. Zum Parasitismus von Nectria und Fusicladium. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **32**, S. 540—551, 2 Fig.

— Über Monilia-Erkrankungen der Obstbäume. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh., **21**, 1912, S. 86—105, 2 Textfig.

Vuillemin, P. Les Champignons. Essai de classification. Paris, O. Doin, 1912, 18°, 425 S.

— Sur un champignon parasite de l'homme, Glenospora Graphii Liebenm. Compt. Rend., **154**, 1912, S. 141—143.

— Beauveria, nouveau genre de Verticilliacées. Bull. Soc. Bot. France, **59**, 1912, S. 34—60, 1 pl.

Wager, H. The study of fungi by local natural history societies. Trans. Brit. Myc. Soc., **3**, 1911, S. 325—330, Worcester 1912.

Wahl, C. v. und **Müller, K.** Bericht der Hauptstelle für Pflanzenschutz in Baden für das Jahr 1911, 9 Textfig. Ulmer, Stuttgart 1912.

Wakefield, E. M. Nigerian Fungi. Kew Bull, 1912, S. 141—144.

Weese, J. Neuere Literatur über Atichia Flotow. (Sammelreferat.) Zeitschr. f. Gärungsphysiol., **1**, 1912, S. 63—67.

— Studien über Nectriaceen. 1. Mitteilung, Nr. 1—8. Ebenda, S. 126—155, 4 Fig.

Wehmer, C. Resistenz des Eichenholzes gegen Hausschwamm (Merulius lacrymans). Ber. Deutsch. Bot. Gesellsch., **29**, S. 704—708.

— Hausschwammstudien. I. Zur Biologie von Coniophora cerebella A. et Schw. Mycol. Centralbl., **1**, 1912, S. 2—10, 4 Fig.

— Hausschwammstudien. II. Der wachstumshemmende Einfluß von Gerbsäuren auf Merulius lacrymans in seiner Beziehung zur Resistenz des Eichenholzes gegen Hausschwamm. Ebenda, S. 138—148.

Weir, R. J. A short review of the characteristics and cytological phenomena of the Uredinae, with notes on a variation in the promycelium of Coleosporium pulsatillae (Str.) New Phytologist, **11**, 1912, S. 129—139.

Whetzel, H. H. and **Rosenbaum, J.** The disease of ginseng and their control. U. S. Dept. Agr. Plant Ind. Bull., **250**, 1912, S. 7—44, pl. 1—12, fig. 1—5.

Wilcox, E. M. and **Link, G. K. K.** A new form of pure culture chamber. Phytopathology, **2**, 1912, S. 120.

Wolf, F. A. The brown leaf spot of Colts foot, Tussilago farfara L. Annal. Mycol., **10**, 1912, S. 65—67.

— Spore formation in Podospora anserina (Rabh.) Winter. Ebenda, S. 60—64.

— Some fungus diseases of the Prickly Pear, Opuntia Lindheimeri Engelm. Ebenda, S. 113—134, 28 Fig. u. 3 Taf.

— Gummosis. The Plant World, **15**, 1912, S. 60—66.

— Siehe auch Heald, F. D.

Wollenweber, H. W. Siehe Jamieson, C. O.

Yamada, G. Sclerospora-Krankheit der Reispflanzen. Vorläufige Mitteilung. Ver. d. Morioko-Landw. u. forstl. Hochsch., Nr. 1—9, 1912, m. 4 Taf. [japanisch].

Zach, Fr. Notiz zu dem Aufsatze „Die Natur des Hexenbesens auf Pinus silvestris". Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtsch., **10**, 1912, S. 61.

Referate.

Will, H. und Heuß, R. Einwirkung von Estern auf Hefen und andere Sproßpilze. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., Bd. 38, 1913, S. 539.

Die vorliegenden Mitteilungen bilden die Erweiterung und Ergänzung einer vorläufigen Mitteilung aus früherer Zeit[1]), welche damals durch die Veröffentlichungen von F. Ehrlich[2]) und P. Lindner[3]) veranlaßt wurde.

Allgemein bekannt und in der einschlägigen Literatur vielfach erwähnt ist die Tatsache, daß unter den Gärungsprodukten neben Alkoholen und Säuren sich Aroma- und Bukettstoffe finden, die zum Teil auf Verbindungen von organischen Säuren mit Alkoholen zurückzuführen sind und als Ester bezeichnet werden. Am häufigsten erwähnt wird der charakteristisch riechende und dadurch schon in minimalen Mengen leicht erkennbare Essigsäureäthylester, kurz Essigester genannt, doch lagen außer gelegentlichen Beobachtungen und einigen Vorversuchen Wills bisher keine Untersuchungen vor, die sich systematisch mit den Beziehungen zwischen den verschiedenen Hefen und Estern befaßt hätten.

Das Auftreten von Estern bei der natürlichen Gärung und die anscheinend damit verbundenen Erscheinungen haben zu verschiedenen Vermutungen über ihre Wirksamkeit gegenüber Mikroorganismen geführt. Wie Alkohol und Säuren wurden auch sie teilweise als „Kampfmittel" bezeichnet.

Lindner[4]) schreibt ihnen eine stark antiseptische Wirkung gegen Bakterien zu und ist ferner geneigt, die seit langem bekannte, stark hemmende Wirkung des Apiculatus gegenüber andern Hefearten auf Esterbildung durch den Apiculatus zurückzuführen[5]): „In jüngster Zeit habe ich bei der Züchtung größerer Mengen von Dextrosehefen, wie z. B. Sacch. apiculatus und der Dextrosehefe 129 unserer Sammlung, ebenfalls die Erfahrung gemacht, daß diese namentlich bei reichlicher Durchlüftung und bei Gegenwart genügend großer Dextrosemengen in der Würze eine intensive Fruchtätherbildung aufweisen. Wenn man diese Hefen einfach in Bierwürze gären läßt,

---

[1]) Zeitschr. f. d. ges. Brauwesen, Bd. 35, 1912.

[2]) F. Ehrlich, Biochem. Zeitschr., Bd. 36, S. 477.

[3]) P. Lindner, Wochenschr. f. Brauerei, Bd. 29, 1912, S. 1.

[4]) Derselbe, Wochenschr. f. Brauerei, Bd. 13, 1896, S. 552 und Mikroskopische Betriebskontrolle, 5. Aufl., Berlin (Parey), 1909, S. 467.

[5]) Derselbe, Wochenschrift f. Brauerei, Bd. 13, 1896, S. 552.

ohne Lüftung, merkt man davon so gut wie gar nichts. Immerhin wird die von Hansen ermittelte Tatsache, daß bei gleichzeitiger Anwesenheit von Sacch. apiculatus in einer Würze, in der die stark vergärende Rasse Carlsberg I ausgesät war, letztere erheblich geschwächt wurde, einigermaßen verständlich. Da die Apiculatushefe in Betrieben, die noch Kühlschiffe haben, häufig recht zahlreich anzutreffen ist, haben die Beobachtungen auch einige praktische Bedeutung. Besonders wird dies aber für die Weingärung gelten, denn hier in dem dextrosereichen Most ist die Apiculatushefe ein ständiger Gast, und man nimmt dem Wein vielleicht etwas von seinem eigenartigen Bukett, wenn man dem Most von vornherein gleich soviel Reinhefe zuführt, daß der Apiculatus gar nicht erst zur Erzeugung von Fruchtäthern gelangt[1]).“

Wäre Lindners Anschauung von der hemmenden Wirkung der durch Sacch. apiculatus gebildeten Ester — unter denen wahrscheinlich hauptsächlich der Essigsäureäthylester in Frage kommt — richtig, dann müßte man annehmen, daß entweder sehr geringe Mengen des erzeugten Esters entwicklungshemmend auf andere Hefen einwirken, oder aber, daß die Esterbildung bei der natürlichen Gärung durch den Apiculatus rasch in so hohem Maß zunimmt, daß die erzeugte Menge diejenige Grenze weit überschreitet, innerhalb welcher noch eine Vermehrung, beispielsweise von Weinhefen, stattfindet und der Ester selbst durch die Hefen assimiliert wird. Voraussetzung ist bei dieser Annahme, daß der Apiculatus selbst gegen Ester unempfindlich oder weit weniger empfindlich ist, als andere Hefen und Sproßpilze.

Delbrück hat bezüglich der bei Gärungen gebildeten Ester im wesentlichen die gleiche Anschauung, auch er faßt sie als Schutz- und Kampfmittel auf. Er hat seine Auffassung in sein System der natürlichen Reinzucht eingereiht, während Lindners Auffassung außerhalb dieses Systems ausgesprochen war. Delbrück[2]) äußert sich folgendermaßen: „Merkwürdig ist, daß in der Natur frei lebende Hefen, die Wein- und Fruchthefen, speziell estererzeugende sind. Man könnte annehmen, daß die Kulturhefen in gewissem Sinn abgeschwächte Organismen sind, sie finden schon einen Schutz in dem für sie von dem Züchter passend hergestellten Züchtungsmedium, anders die „wilden“ Hefen. Sie sind auf sich allein im Kampf ums Dasein angewiesen. Vielleicht bilden die Ester ein besonders kräftiges Kampfmittel“.

Die Fragestellung bei der vorliegenden Arbeit war zunächst folgende: 1. Wirken die Ester auf die vegetative Funktion der Hefen und anderer

---

[1]) Anmerk. d. Red. Eine sehr kräftige Fruchtesterbildung tritt bei der Züchtung von Hefen, wie Sacch. ellipsoideus u. a., in mineralischen Zuckerlösungen auf, wie dies z. B. aus den Tabellen in der Abhandlung von Kossowicz, Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen, Bd. 6, 1903, S. 27 hervorgeht. Vielleicht ist dieser Umstand mit ein Grund für die überaus langsame Entwicklung kleiner Hefenmengen in Mineralsalz-Zuckerlösungen mit anorganischen Stickstoffquellen.

[2]) Delbrück und Schönfeld, „System der natürlichen Reinzucht“, Berlin (Parey), 1903, S. 140.

Sproßpilze? a) Welche Mengen der Ester hemmen bei Zusatz zu einer für die Vermehrung der Versuchsorganismen günstig zusammengesetzten Nährlösung deren Entwicklung? b) Bei welchen Mengen werden die Versuchsorganismen unter sonst gleichen Bedingungen abgetötet? Im Verlauf dieser Untersuchungen ergaben sich Anzeichen dafür, daß die Ester unter Umständen eine fördernde Wirkung auf das Wachstum der Organismen ausüben, diese Beobachtung führte zu den weiteren Fragen: 2. Assimilieren die Versuchsorganismen die Ester? 3. Welche Vorgänge spielen sich dabei ab?

Bei den vorliegenden Untersuchungen kamen insgesamt folgende 23 Organismen zu Verwendung: Stamm 7 und 93 Will (Zeitschr. ges. Brauwesen, Bd. 18, 1895, S. 1), Oberhefe 25 und 170 Regensburger (Centralbl. f. Bakt., II. Abt., Bd. 16, 1906, S. 289), Steinberg 1892 und Schloß Johannisberg (Hefen der kgl. Lehr- und Versuchsanstalt zu Geisenheim a. Rh.), Wilde Hefe 811 Will (Zeitschr. ges. Brauwesen, Bd. 14, 1891, S. 145), Saccharomyces Pastorianus Hansen, Saccharomyces ellipsoideus Hansen, Willia anomala Hansen, Willia anomala Var. II. Steuber (Zeitschr. ges. Brauwesen, Bd. 23, 1900, S. 3), Pichia membranaefaciens Hansen, Mykoderma decolorans Will (Centralbl. f. Bakt., II. Abt., Bd. 28, 1910, S. 30), Mykoderma valida Leberle (Centralbl. f. Bakt., II. Abt., Bd. 28, 1910, S. 1), Torula 2, 3 und 15 Will (Centralbl. f. Bakt., II. Abt., Bd. 17, 1906, S. 3), Torula 12 (ein hautbildender Sproßpilz, der sich unter der vorläufigen Bezeichnung „Torula 12“ in der Sammlung der Station befindet), Apiculatus Form 1, 3, 4 und 7 (aus der Sammlung der Wissenschaftlichen Station für Brauerei in München), Sachsia suaveolens, Weinbukettschimmel, Lindner (Mikr. Betriebskontrolle, Parey-Berlin, 5. Aufl., 1909, S. 365).

Bei den einzelnen Versuchen wurden die jeweils geeignet erscheinenden Organismen herausgegriffen; dabei achtete man nach Möglichkeit darauf, daß die verschiedenen Gruppen vertreten waren.

Zur Verwendung kamen immer nur frische, kräftige Kulturen, die vor der Impfung mikroskopisch auf ihre Beschaffenheit und Reinheit untersucht worden waren. Ihr Alter schwankte je nach Art und Vermehrungsvermögen zwischen zwei und vier Tagen; es ist bei den einzelnen Versuchen stets angegeben. Als Nährlösung wurde bei der einen Reihe von Versuchen eine 11,5prozentige, sterile, gehopfte Bierwürze benützt, bei der andern Reihe eine schwach sauer reagierende Lösung von 1% $(NH_4)_2SO_4$, 0,8% KH_2PO_4, 0,3% $MgSO_4$ und 0,05% KCl in destilliertem Wasser. Zur Verwendung kamen: Essigsäureäthylester (Siedepunkt 77°) und Essigsäureamylester (Isoamylester, Siedepunkt 137°). Die beiden Ester wurden den Nährlösungen in solchen Mengen zugesetzt, daß sich folgende Konzentrationen ergaben: 0,01. 0,03, 0,06, 0,125, 0,25, 0,5, 0,75, 1, 2, 3, 4 und 5%. Die Löslichkeitsgrenze des Essigesters in Würze liegt, wie durch Versuche festgestellt wurde, zwischen 4 und 5%. Bei Zusatz von mehr Ester entsteht in der Würze eine Emulsion. Daher schien es nicht nötig, Versuche mit noch größeren Estermengen anzusetzen. Der verwendete Amylester löst sich in

Würze so gut wie gar nicht, beim Schütteln bildet er eine Emulsion, nach längerem Stehen sammelt er sich auf der Würzeoberfläche wieder an. Um jedoch die Gleichartigkeit der Versuche zu wahren, wurde auch in diesem Falle bis zu 5% Ester zugesetzt. Die genaue Herstellung der Konzentration geschah wie folgt: Erst wurde die für jeden Versuch berechnete Gesamtmenge von Würze bezw. mineralischer Lösung in große Pasteurkolben gefüllt und sterilisiert. Ich stellte mir immer 3 Lösungen her: Reine Würze ohne Esterzusatz, Würze mit 5% und Würze mit 1% Ester. Die verschiedenen Zwischenstufen erhielt ich durch Verdünnen der beiden angegebenen Konzentrationen mit reiner Würze nach einfacher Berechnung. Nach Vorgang von J. Scheckenbach[1]) füllte ich meine Lösungen folgendermaßen ab: Auf einem neben dem Arbeitstisch stehenden Schrank wurde ein großer Pasteurkolben in geneigter Lage aufgestellt. Er war mittels eines Schlauches, an dem sich ein Quetschhahn befand, mit einer Überlaufbürette mit automatischer Nullpunkteinstellung verbunden. Von dieser Bürette war ein Schlauch durch ein in der oberen Ecke des auf dem Tisch stehenden Impfkastens befindliches Loch in jenen geführt. Am Ende des Schlauchs befand sich ein spitz ausgezogenes Glasrohr und oberhalb desselben ein Quetschhahn. Sämtliche Teile des Apparates waren sterilisiert worden. Die beiden Öffnungen des oberen Kugelansatzes der Bürette waren mit einem Gummi- bezw. Wattepfropfen versehen. Jeder Versuchskolben erhielt eine Platinöse voll als Einsaat und zwar je nach Art des Organismus Absatz oder Haut. Sämtliche Versuche wurden in kleinen, sterilen Erlenmeyerkölbchen, die mit Wattebausch verschlossen waren, angesetzt. Jeder Kolben enthielt 50 ccm Flüssigkeit. Stets wurden Doppelversuche durchgeführt. Zum Vergleich diente jedesmal ein sogen. blinder Versuch, der also den Organismen nur die normale Nährlösung ohne Esterzusatz bot. Die Beobachtungen, die sich äußerlich auf auftretende Trübung, Gärung, Absatz- oder Hautbildung erstreckten, wurden, wenn nötig, täglich, sonst in größeren Zwischenräumen gemacht und die Ergebnisse in Tabellen eingetragen. Die Kulturen standen stets bei Zimmertemperatur (18—22°). Sie wurden zu Anfang und am Ende jedes Versuchs mikroskopisch untersucht. Bei sämtlichen Arbeiten wurden die Regeln der Asepsis beobachtet. Die Kolben wurden immer vor dem Öffnen mit 70prozentigem Alkohol gewaschen und sodann abflambiert. Die zum Abfüllen verwendeten Schläuche lagen ca. 12 Stunden in einer Sublimatlösung 1 : 1000, vor Gebrauch wurden sie mit sterilem Wasser behandelt.

Die Zählungen wurden in üblicher Weise mit der Thomaschen Zählkammer durchgeführt und in Tabellen eingetragen. Zur Impfung der Kulturen diente ein Kolben mit 200 ccm steriler, gehopfter Bierwürze, der einen Zusatz von 2—3 ccm des in frisch herangezüchteten Kulturen vorhandenen Absatzes der Versuchsorganismen erhielt. Nach kräftigem Schütteln wurde die in der Zähleinheit vorhandene Anzahl von Zellen bestimmt. Bei der

[1]) J. Scheckenbach, Diss. Erlangen 1911. Vergl. auch Will und Scheckenbach, Centralbl. f. Bakt., II. Abt., Bd. 34, 1912, S. 1.

später durchgeführten Zählung, bei der jeder Versuchskolben von dieser „Impflösung" genau 1 ccm zugefügt erhielt und die den Zweck hatte, den Einfluß des Esters in verschiedenen Konzentrationen auf die Vermehrung der Organismen festzustellen, wurde ebenfalls immer die durchschnittliche Anzahl von Zellen in der Zähleinheit berechnet, so daß man durch den Vergleich der Zahlen untereinander stets ein übersichtliches Bild der Vorgänge in den Versuchskolben erhielt. Die Zählung begann immer kurz vor Eintritt der Gärung und schloß am Ende derselben ab. Um dabei einerseits das Zusammenballen der Zellen zu vermeiden und andrerseits die Übersichtlichkeit der Zählkammer zu wahren, wurden die zur Zählung kommenden Proben nach Angabe von Hansen nach Bedarf mit Schwefelsäure (1 : 10) verdünnt und tüchtig geschüttelt.

Die Versuche über die Einwirkung von Essigsäureäthylester auf verschiedene Hefen und andere Sproßpilze in steriler, gehopfter Bierwürze ergaben folgende Resultate:

In den niederen Konzentrationen, in denen der Ester nur in geringer Menge vorhanden ist, wirkt er im allgemeinen zum mindesten nicht in ungünstiger Weise auf die Organismen ein. Wohl in allen Fällen übte er eine, wenn auch manchmal nur geringe, fördernde Wirkung auf Vermehrung und Gärung aus. In den höheren Konzentrationen veranlaßte der Ester eine deutlich sichtbare Verzögerung der Vermehrung und Gärung. Beide wurden meist um so mehr verzögert, je größer der Esterzusatz war. Die Verzögerung erscheint direkt proportional der zugefügten Estermenge. Bei jedem der verwendeten Organismen gab es für das Wachstum Grenzwerte, die aber meist nicht ganz sicher zu fassen waren. Bis zu einem bestimmten Prozentsatz gingen immer alle Parallelkulturen an, überschritt aber der Esterzusatz dieses Maß, dann wurde das Angehen schwankend und hing offenbar sehr von der Beschaffenheit und Menge der Einsaat und von Zufälligkeiten ab.

Damit waren die Ergebnisse der Vorversuche Wills bestätigt.

Ordnet man die einzelnen Organismen nach ihrer Widerstandsfähigkeit gegen den Ester, dann ergibt sich folgende Reihenfolge: 5%: Apiculatus Form 1, 3, 4 und 7. — 4% (5): Mykoderma decolorans, Willia anomala Hansen. — 4%: Steinberg 1892, Schloß Johannisberg, Torula 2, 3. — 3% (4,5): Wilde Hefe 811, Sacch. Pastorianus, Sacch. ellipsoideus. — 3% (4): Stamm 7, 93, Oberhefe 25, 170.

Nach der Verzögerungsdauer geordnet, erhält man folgende Reihe: 3 Tage: Stamm 7, 93, Steinberg 1892, Schloß Johannisberg, Mykoderma decolorans. — 4 Tage: Willia anomala Hansen. — 5 Tage: Wilde Hefe 811, Sacch. Pastorianus, Torula 3. — 6 Tage: Sacch. ellipsoideus, Apiculatus Form 1, 3, 4 und 7. — 7 Tage: Oberhefe 25, 170.

Man ersieht hieraus, daß die hautbildenden Formen Mykoderma docolorans und Willia anomala Hansen sich sehr widerstandsfähig erwiesen haben, da sie reichliche Mengen des Esters vertrugen und nur wenig in ihrer Vermehrung gehemmt wurden.

Mit zu den widerstandsfähigsten unter den verwendeten Organismen gehören entschieden sämtliche 4 Apiculatushefen.

Besondere Veränderungen in morphologischer Beziehung, die auf den Einfluß des Esters zurückzuführen gewesen wären, wurden nirgends beobachtet. Die als typische Esterbildner bekannten Formen waren im allgemeinen weniger empfindlich gegen den Ester als die andern.

Dagegen sind die Ergebnisse dieser Versuchsreihe in keiner Weise eine Stütze für die Annahme Lindners und Delbrücks, nach welcher den Estern die Bedeutung von Kampfstoffen zukommt. Denn Stoffe, die von den verschiedensten Organismen in so bedeutenden Mengen — 4 % Ester waren keine Seltenheit! — ohne Schädigung ertragen werden, können schon deshalb keine Kampfmittel in Delbrückschem Sinn sein, weil sie bei der natürlichen Gärung in der Regel ja nur in sehr kleinen Mengen gebildet werden. Ebenso ist es nach den Versuchsergebnissen sehr unwahrscheinlich, daß bei dem Konkurrenzkampf zwischen Apiculatusformen und Kulturhefen der von ersteren erzeugte Ester — wenigstens soweit hier der Äthylester in Frage kommt — die Vermehrung der konkurrierenden Hefen zurückhält, wie Lindner annimmt. In fast allen Fällen dürfte die allgemeine Regel ihre Bestätigung gefunden haben, nach der geringe Mengen eines Giftes — als solches wirkt der Ester wenigstens in hohen Konzentrationen zweifellos — anregend, größere aber hemmend und schließlich tödlich wirken.

Die Zählungen, die mit nur 6 Organismen vorgenommen wurden (Stamm 7 und 93, Oberhefe 25 und 170, Wilde Hefe 811 und Apiculatus Form 3) bestätigten die aus der Beurteilung der äußeren Erscheinungen gezogenen Schlüsse und widersprechen wieder den Annahmen Lindners und Delbrücks von der Kampfstoffnatur der Ester, da in manchen Fällen nicht nur keine Hemmung, sondern eine direkte Förderung durch den Esterzusatz nachgewiesen wurde.

Bei den Versuchen über die Eignung des Essigsäureäthylesters als Kohlenstoffquelle für verschiedene Hefen und andere Sproßpilze in rein mineralischer Nährlösung kamen die 3 Tage alten, kräftigen Kulturen in eine stickstoffhaltige, aber absolut kohlenstofffreie, mineralische Nährlösung mit Esterzusatz in verschiedensten Konzentrationen, deren Zusammensetzung mit anderen auf die Arbeitsweise bezüglichen Hinweisen früher gegeben wurde. Als Vergleichsversuche dienten Kolben, die als Kohlenstoffquelle 10 % Dextrose enthielten; der blinde Versuch enthielt nur die mineralische Nährlösung ohne jeden Zusatz. Die Beobachtungszeit betrug 40 Tage, verwendet wurden folgende 21 Organismen: Stamm 7, 93, Oberhefe 25, 170, Sacch. Pastorianus, Sacch. ellipsoideus, Wilde Hefe 811, Steinberg 1892, Schloß Johannesberg, Mykoderma valida, Mykoderma decolorans, Willia anomala var. II Steuber, Willia anomala Hansen, Apiculatus Form 3, 4, Torula 2, 3, 12, 15, Pichia membranaefaciens, Sachsia suaveolens. Betrachtet man den Prozentsatz von zugefügtem Ester, bei dem die einzelnen Organismen noch angingen, als

Maß für ihre Anpassungs- und Widerstandsfähigkeit gegen jenen, dann erhält man folgende Reihe. 5%: Torula 2, Sachsia suaveolens. — 4% (5): Wilde Hefe 811, Sacch. Pastorianus, Sacch. ellipsoideus, Willia anomala var. II Steuber, Willia anomala Hansen, Mykoderma decolorans, Mykoderma valida, Pichia membranaefaciens. — 4%: Torula 12, 15. — 3% (4): Stamm 7, 93, Oberhefe 25, 170. — 3%: Steinberg 1892, Schloß Johannisberg. — 2%: Torula 3. — Nicht angegangen: Apiculatus Form 3 und 4. Diese Zusammenstellung — bei der die eingeklammerten Zahlen wie früher diejenigen Prozentsätze angeben, bei denen das Angehen des betr. Organismus zweifelhaft und wechselnd war — stimmt nicht immer mit der Tabelle überein, die sich am Schluß der Ausführungen über die Wirkung des Esters auf Organismen in gehopfter Bierwürze befindet. Hier, wie dort, zeigte es sich, daß verwandte Arten sich ab und zu gleich gegen den Ester verhalten, oft aber auch von ganz verschiedener Empfindlichkeit gegen ihn sind.

Im allgemeinen hat diese Versuchsreihe sehr interessante Ergebnisse geliefert. Bemerkenswert überhaupt für die Schlußfolgerungen über die Ausnützung des Äthylesters als Kohlenstoffquelle ist die Erscheinung, daß sämtliche, zum Versuch verwendete Organismen imstande waren, schon in der kohlenstofffreien Nährlösung allein fortzukommen. Einige wiesen darin sogar ein relativ bedeutendes Wachstum auf, ohne daß man dafür eine völlig befriedigende Erklärung gefunden hätte. Jedenfalls hat der Versuch mit Bestimmtheit ergeben, daß sämtliche verwendeten Organismen imstande waren, ihren Kohlenstoffbedarf aus dem zugeführten Ester zu decken und sich zu vermehren.

Zusammenfassend kann man sagen, daß allerdings ein Zusatz selbst geringer Estermengen auf die zu den Versuchen verwendeten Arten entwicklungshemmend wirkt, daß die Hemmung der Entwicklung jedoch gering ist und nur kurze Zeit dauert und umso rascher überwunden wird, je rascher sich die Zellen den neuen Verhältnissen anpassen. Dann aber nützen sie den Ester als Kohlenstoffquelle in ausgiebigster Weise aus. Die Menge der neu entstehenden Hefezellen, welche in der Stärke der Absätze und der Hautbildung ihren Ausdruck fand, stand bis zu einer gewissen Grenze in direkter Beziehung zu den Mengen des der Nährlösung zugesetzten Esters.

Bezüglich der Widerstandsfähigkeit und des Anpassungsvermögens der verschiedenen Organismen ist der allgemeine Eindruck der, daß die zur Verwendung gekommenen Kulturhefen den Ester offenbar weniger ausnützen können, als die wilden Hefen und diese teilweise wieder hinter den hautbildenden Formen zurückstehen.

Vergleicht man die Ergebnisse der vorliegenden Versuchsreihe mit denen der ersten, welche die Wirkung des Esters auf in gehopfte Bierwürze eingeimpfte Organismen überhaupt klarlegte, so ergibt sich neben den eben besprochenen charakteristischen Unterschieden vielfach Übereinstimmung. Die beim ersten Versuch schon festgestellte verzögernde Wirkung des Äthylesters nach Maßgabe seiner Menge, wurde auch hier wieder beobachtet,

doch konnte man eine der Verzögerung folgende beschleunigende Esterwirkung nur selten feststellen. Weitere Übereinstimmungen mit dem ersten Versuch bestanden darin, daß auch diesmal in fast allen Fällen die bekannte „optimale Estermenge“ wieder beobachtet und daß das Angehen der Organismen gegen die Grenze hin schwankend wurde. Ebenso nahmen die Absätze nach oben hin in der Stärke wieder ab, nachdem sie in den der optimalen Estermenge entsprechenden mittleren Konzentrationen ein gewisses Höchstmaß erreicht hatten.

Die Versuchsreihe über die Einwirkung von Essigsäureamylester auf verschiedene Hefen und andere Sproßpilze in steriler, gehopfter Bierwürze ergab für die Widerstandsfähigkeit der verwendeten Organismen folgende Reihenfolge: 1%: Stamm 7, 93, Oberhefe 25, 170, Sacch Pastorianus, Sacch. ellipsoideus, Torula 3. — 0,75% (1%): Steinberg 1892, Mykoderma decolorans, Torula 2, Apiculatus Form 3. — 0,75%: Schloß Johannisberg, Wilde Hefe 811, Apiculatus Form 1, 4 und 7. — 0,5%: Willia anomala Hansen.

Man sieht, daß in diesem Fall die Kulturhefen verhältnismäßig wenig empfindlich gegen Amylester sind, während sich die hautbildenden und wilden Hefen verschieden verhalten. Der Ester wirkte in den niedersten Konzentrationen vielleicht etwas fördernd auf das Wachstum der Organismen ein. In den höheren Konzentrationen veranlaßte der Ester eine deutlich sichtbare, starke Verzögerung der Vermehrung und Gärung. Diese Verzögerung stand in direktem Abhängigkeitsverhältnis zu der zugesetzten Estermenge.

Alle besprochenen Erscheinungen stimmen mit den beim Äthylesterversuch beobachteten überein. Der Hauptunterschied zwischen den beiden Versuchen besteht darin, daß die Organismen mit Bierwürze als Nährlösung vom Amylester im höchsten Fall die Menge von 1% ertragen, während der Äthylester in weit größeren Mengen vertragen wird. Der Amylester wirkt also schon in geringerer Menge giftig auf die Organismen ein, als der Äthylester. Trotz dieser größeren Giftigkeit kann man nicht annehmen, daß der Amylester ein Kampfmittel in Delbrückschem Sinn ist, da die von den Organismen vertragenen Estermengen immerhin noch so bedeutend sind, daß sie bei natürlichen Gärungen niemals erreicht werden. Auch ergab der Versuch keinen Beweis dafür, daß bei dem Konkurrenzkampf von Apiculatusarten mit Kulturhefen in geringen Mengen entstandener Amylester den letzteren schädlich werden könnte.

Die mit den gleichen Organismen wie früher vorgenommenen Zählungen ergaben eine Bestätigung der aus der Beobachtung der äußeren Erscheinungen gezogenen Schlußfolgerungen und sind folgendermaßen gefaßt: Eine direkte Förderung findet bei Zusatz von Amylester überhaupt kaum statt. Es dauert ziemlich lange, bis die Zellen sich an den Ester gewöhnen. Wenn schon eine Förderung der Vermehrung durch den Ester eintritt, dann ist dieselbe immer nur gering und beschränkt sich auf die niedersten Konzentrationen. Trotzdem sind die von den Organismen ertragenen Amylestermengen noch zu groß, als daß man annehmen könnte, daß bei natürlichen

Gärungen etwa entstandener Amylester allein imstande wäre, tödlich auf Hefen ähnlicher Art, wie die verwendeten, einzuwirken.

Die Versuche über die Eignung von Essigsäureamylester als Kohlenstoffquelle für verschiedene Hefen und andere Sproßpilze in rein mineralischer Nährlösung wurden in völlig gleicher Weise und mit denselben Organismen angestellt wie die Parallelreihe mit Äthylester. Die Beobachtungszeit betrug 40 Tage.

Nimmt man wie früher diejenigen Estermengen, bei welchen die einzelnen Versuchsorganismen noch angingen, als Maßstab für deren Widerstandsfähigkeit gegenüber dem Ester, so ergibt sich folgende Reihe: 5%: Mykoderma valida, Willia anomala var. II Steuber. — 4%: Wilde Hefe 811. — 3%: Torula 12, Pichia membranaefaciens, Sachsia suaveolens. 2%: Torula 2, 3, Mykoderma decolorans, Willia anomala Hansen. — 1% (2): Steinberg 1892. — 1%: Schloß Johannisberg, Torula 15. — 0,5%: Stamm 7, 93, Oberhefe 25, 170, Sacch. ellipsoideus, Sacch. Pastorianus. — 0,06%: Apiculatus Form 3. — Nicht angegangen: Apiculatus Form 4. Die hautbildenden Formen scheinen also am wenigsten durch den Esterzusatz in der Entwicklung behindert zu werden und können offenbar den Ester als Kohlenstoffquelle noch am besten ausnützen, eine Beobachtung, die auch bei dem entsprechenden Versuch mit Äthylester gemacht wurde. Die Kulturhefen dagegen sind durchweg weit empfindlicher, die Wilden Hefen zeigen verschiedene Widerstandsfähigkeit, im allgemeinen aber eine größere als die Kulturhefen.

Die Ergebnisse der vorliegenden Versuchsreihe decken sich in verschiedener Hinsicht mit den Resultaten jener Versuchsreihe, bei der Äthylester als Kohlenstoffquelle zugesetzt war. Der Amylester rief ebenfalls eine den zugesetzten Mengen direkt proportionale Verzögerung hervor. Diese Verzögerung konnte aber hier im allgemeinen schwerer beobachtet werden, da die Organismen vielfach nur in wenigen Konzentrationen angingen. Aus dem gleichen Grunde wurde auch die Feststellung der optimalen Estermenge, die in den meisten Fällen zweifellos vorhanden war, erschwert. Wo sie aber deutlich hervortrat, lag sie meist bei den niedersten, seltener bei den mittleren Konzentrationen, wie dies im allgemeinen den beim Parallelversuch mit Äthylester gemachten Beobachtungen entsprach.

Zusammenfassend kann man auch in diesem Fall sagen, daß der Ester zwar zunächst auf die verwendeten Organismen auch in geringen Mengen entwicklungshemmend wirkt. Die Hemmung dauert jedoch nur kurze Zeit, die Zellen passen sich bis zu einer gewissen Grenze an und nutzen dann auch diesen Ester als Kohlenstoffquelle aus, allerdings nicht in dem Maße wie den Äthylester. Trotzdem aus dem Versuch zu schließen ist, daß der Amylester im allgemeinen giftiger für die verwendeten Organismen ist, als der Äthylester, kann er doch nicht als ein Kampfmittel in Delbrückschem Sinn betrachtet werden. Die Estermengen, welche von den verschiedenen Organismen vertragen werden, sind immerhin so bedeutend, daß deren Menge

bei den natürlichen Gärungen niemals erreicht wird. Die, soweit bekannt, bei natürlichen Gärungen entstehenden minimalen Mengen von Amylester können also allein niemals tödlich, höchstens äußerst schwach hemmend auf manche Organismen, wie die Kulturhefen, einwirken. Wilde Hefen, die bei natürlichen Gärungen im Kampf mit Apiculatus- und andern esterbildenden Sproßpilzarten in erster Linie in Frage kommen, sind dagegen im allgemeinen widerstandsfähiger. Da von den zum Versuch verwendeten Apiculatusarten die eine Form überhaupt keinen Zusatz von Amylester, die andere nur einen solchen von 0,06 % vertrug, kann kaum angenommen werden, daß Apiculatusarten bei einem etwaigen Konkurrenzkampf gerade diesen Ester als Kampfmittel erzeugen werden.

Die Versuche über den Mechanismus der Assimilierung der Ester waren derart gedacht, daß einige der früher verwendeten Organismen in die früher verwendete, rein mineralische Nährlösung mit bestimmten Esterzusätzen geimpft wurden. Nach einer kurzen Zeit des Wachstums sollten diese Lösungen im Katzschen Extraktionsapparat mit Äther ausgezogen werden, um in dem Extrakt durch Titration die Gesamtmenge der entstandenen, ätherlöslichen, organischen Säuren festzustellen. Eine zweite Extraktion sollte nach längerer Beobachtungszeit vorgenommen werden, um festzustellen, ob eine Ab- oder Zunahme der bei der ersten Extraktion gefundenen Säuremenge stattgefunden hatte.

Aus den Versuchen ging hervor, daß die entstandene Gesamtsäuremenge in allen Fällen sehr gering ist. Im allgemeinen nimmt bei beiden Extraktionen mit wachsender Estermenge auch die Gesamtsäure zu. Bei der zweiten Extraktion war die gefundene Säuremenge nicht immer größer, sondern öfters kleiner, als bei der ersten. Dies hängt wahrscheinlich mit dem verschiedenen Verlauf des Wachstums bei den einzelnen Organismen zusammen. Der Höhepunkt des Wachstums wird im allgemeinen voraussichtlich mit dem Höhepunkt der Esterspaltung zusammenfallen. Diesbezüglich sei auf die bei den Zählungen beobachteten ähnlichen Erscheinungen hingewiesen. Zwischen der Menge des der Nährlösung zugegebenen Esters und der Menge der durch Titration gefundenen Gesamtsäure bestehen unzweifelhaft Beziehungen. Nimmt man jeweils die Summe von zwei zusammengehörigen Werten der zwei zeitlich verschiedenen Extraktionen und vergleicht sie, so nimmt die entstandene Gesamtsäure — mit Ausnahme von einem Fall — mit der Menge des zugefügten Esters zu. Die Art, wie die Versuche verliefen, spricht dafür, daß nicht die gesamte Menge des zugefügten Esters auf einmal gespalten und die entstehende Säure assimiliert wird, sondern daß die Spaltung nach Bedarf der Anzahl der vorhandenen Zellen erfolgt. Die ursprüngliche Absicht, die entstandenen Säuren einzeln qualitativ zu bestimmen, wurde wegen der außerordentlich geringen Menge entstehender Gesamtsäure aufgegeben.

Gleiche Versuche mit Amylester lieferten etwas höhere Werte; vielleicht dürfte der Amylester zu eingehenderem Studium der hier angeschnittenen Fragen bessere Dienste leisten, als der Äthylester.

Die Arbeit, die am Schluß jedes Kapitels ausführliche tabellarische Belege enthält, führte schließlich zu folgender Zusammenfassung der Hauptergebnisse:

I. Würze mit Esterzusatz. 1. Die beiden Ester wirken bei Gegenwart geringer Mengen in der Regel fördernd, bei Gegenwart größerer Mengen stark verzögernd und hemmend auf die Vermehrung der Organismen. 2. Die Verzögerung steht in direktem Verhältnis zur zugesetzten Estermenge. 3. Einer anfangs hervorgerufenen Verzögerung folgt in vielen Fällen eine Beschleunigung der Vermehrung. 4. Beide Ester können bei spontanen Gärungen nicht als Kampfmittel der sich gleichzeitig entwickelnden Organismen angesprochen werden. Denn die für alle geprüften Organismen festgestellten Grenzkonzentrationen sind bedeutender, als die, soweit bekannt, bei natürlichen Gärungen auftretenden Estermengen. 5. Der Amylester hat sich giftiger erwiesen, als der Äthylester. 6. Gegen Äthylester waren die hautbildenden Sproßpilze und die wilden Hefen widerstandsfähiger, als die Kulturhefen. Gegen Amylester waren die Kulturhefen widerstandsfähiger, als die wilden Hefen und die hautbildenden Sproßpilze.

II. Mineralische Nährlösung mit Esterzusatz. 1. Die beiden Ester können für die verschiedensten Organismen mit Ausnahme der Apiculatusformen als Kohlenstoffquelle dienen. Fast alle verwendeten Organismen kamen aber auch in rein mineralischer Nährlösung ohne jeden Kohlenstoffzusatz fort, wahrscheinlich infolge von Nahrungsaufnahme aus der Luft. Das Wachstum war jedoch in den mit Ester versetzten Kulturen im allgemeinen ein besseres, als beim blinden Versuch. 2. Die beiden Ester wirkten — im Gegensatz zu Würze als Nährlösung — schon in geringen Mengen stark verzögernd. Eine auf die Verzögerung folgende Beschleunigung der Vermehrung wurde nicht beobachtet. 3. Die Verzögerung war wieder direkt proportional der zugefügten Estermenge. 4. Bezüglich der Auffassung der beiden Ester als Kampfmittel bei spontanen Gärungen gilt dasselbe wie bei I. 5. Gegen die beiden Ester waren in diesem Fall die hautbildenden Sproßpilze und die wilden Hefen widerstandsfähiger als die Kulturhefen.

Robert Heuß.